



Uso equitativo y sostenible de los recursos biológicos
en Colombia: del concepto a la práctica

Equitable and sustainable use of bioresources
in Colombia: From concept to practice

Kwang-Zin Lee | Ana María Aguirre Cañas | Diana Morales |
Camila Bernal-Mattos (eds.)

Fraunhofer Institute for Molecular Biology
and Applied Ecology IME

Uso equitativo y sostenible de los recursos biológicos
en Colombia: del concepto a la práctica

Equitable and sustainable use of bioresources
in Colombia: From concept to practice

Kwang-Zin Lee, Ana María Aguirre Cañas,
Diana Morales & Camila Bernal-Mattos (eds.)

Fraunhofer Verlag

Contact:

Fraunhofer Institute for Molecular Biology
and Applied Ecology IME
Ohlebergsweg 12
35392 Gießen
Germany
Phone +49 641 9939-500
info@ime.fraunhofer.de
www.ime.fraunhofer.de

Cover illustration: © Felipe Villegas Vélez

Bibliographic information of the German National Library:

The German National Library has listed this publication in its Deutsche Nationalbibliografie; detailed bibliographic data is available on the internet at www.dnb.de.

ISBN (print version): 978-3-8396-2024-3

DOI (free Open Access version): <https://doi.org/10.24406/publica-3290>

Print and finishing: Fraunhofer-Druckerei, Stuttgart

The book was printed with chlorine- and acid-free paper.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International Public License: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode>

© Fraunhofer Verlag, 2024

Nobelstrasse 12
70569 Stuttgart
Germany
verlag@fraunhofer.de
www.verlag.fraunhofer.de

is a constituent entity of the Fraunhofer-Gesellschaft, and as such has no separate legal status.

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung
der angewandten Forschung e.V.
Hansastraße 27 c
80686 München
Germany
www.fraunhofer.de

Uso equitativo y sostenible de los recursos biológicos en Colombia: del concepto a la práctica

Equitable and sustainable use of bioresources in Colombia: From concept to practice

Kwang-Zin Lee, Ana María Aguirre Cañas,
Diana Morales & Camila Bernal-Mattos
(Editores / Editors)

Tabla de contenidos

Prólogo	5
1 Los recursos biológicos en el relacionamiento estratégico de Colombia con Alemania	7
Yadir Salazar Mejía	
2 Salvando las distancias: integrar los conceptos modernos y tradicionales de sostenibilidad en Colombia	16
Thomas Wilke & Diana Morales	
3 ¿Cuál es el potencial de la biodiversidad y la bioeconomía en el siglo XXI?	33
Kwang-Zin Lee	
4 Uso justo y sostenible de los recursos biológicos terrestres en Colombia: el caso de los productos no maderables del bosque	39
Felipe García-Cardona	
5 Biodiversidad marina de Colombia: el lado desatendido de un país megadiverso	53
Juan Armando Sánchez & Andrés F. Osorio	
6 Plantas medicinales y paz territorial	68
Vanesa Giraldo Gartner	
7 TREEOMA: reforestación en la región cafetera de Colombia	81
Santiago Meneses Ramírez	
8 Larvas de insectos como alimento en la acuicultura de recirculación de camarones	89
Martin Tschirner	

9 Diseño de bioproductos y co-creación de un modelo de negocio sostenible con la comunidad indígena Awá basado en <i>Capsicum annuum</i>	102
Camila Bernal-Mattos, Carlos Cortés-Gutiérrez, Daniella González-Alzate, Julieta M Ramírez-Mejía & Resguardo Indígena Awá Pialapí Pueblo Viejo	
10 La acuaponía como ejercicio de sostenibilidad integrada: más allá de lo social, lo ambiental y lo económico	126
Jenny Leal Flórez, Fabio E. Castaño Rivera & Mónica L. Álvarez Mateus	
11 Talleres en ColombiaCONNECT: la importancia de las reuniones cara a cara en una «nueva normalidad»	133
Steffen U. Pauls & Kerstin Höntsch	

Prólogo

Colombia es un país megadiverso y el uso sostenible de sus recursos biológicos es de vital importancia socioeconómica y cultural. Los recursos biológicos locales y regionales no sólo son la base de una dieta sana, sostenible y culturalmente aceptada por las diferentes poblaciones, sino que constituyen el pilar de su comercio exterior. Además, muchos ecosistemas colombianos juegan un rol trascendental en la producción mundial y en el almacenamiento de carbono, por lo que tienen un gran valor en la protección global del clima. La enorme importancia de sus recursos, junto con los considerables avances en materia de desarrollo económico, científico y político, convierten a la cuarta economía de América Latina en un destino muy interesante para las empresas extranjeras y en un socio estratégico de la cooperación para el desarrollo.

La firma del Acuerdo de Paz en 2016 entre el gobierno colombiano y las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia (FARC-EP), la guerrilla más grande del país, sentó las bases para un mayor desarrollo socioeconómico. A la vez, la fase de posconflicto enfrenta grandes retos, particularmente en lo relativo al uso justo y sostenible de los recursos biológicos. Esta etapa constituye una oportunidad para abordar los conflictos de larga data sobre la tenencia de la tierra y el acceso a otros recursos, y así construir una paz duradera. Incluso tras la firma del Acuerdo persisten la discriminación contra la población indígena y afrodescendiente, la falta de justicia distributiva y la apropiación violenta de los recursos naturales en muchas zonas del país.

En Colombia, esta compleja y conflictiva interacción entre recursos biológicos, sostenibilidad, cambio climático y biodiversidad no ha sido suficientemente estudiada y comprendida. Como consecuencia, muchas normativas y decisiones políticas, que no tienen una base científica, se toman con un conocimiento limitado de las dinámicas locales por lo que a menudo resultan ineficaces o incluso contraproducentes.

El proyecto conjunto «ColombiaCONNECT», financiado por el Ministerio Federal de Educación e Investigación de Alemania entre 2020 y 2023, pretende por tanto aportar a una mayor comprensión de las interacciones entre las tres dimensiones de la sostenibilidad: ecología, economía y sociedad. La hipótesis subyacente es que los retos específicos en el uso de los recursos biológicos en Colombia sólo pueden afrontarse sobre la base de enfoques de una investigación de excelencia, un desarrollo transdisciplinario, una cooperación internacional estable, una justicia distributiva, un respeto por los medios materiales de subsistencia y las características culturales de la población;

así como una estricta consideración por la sostenibilidad ecológica y la construcción de una sociedad pacífica.

Esta publicación resume los resultados de las actividades de investigación y desarrollo de Colombia-CONNECT en el campo del uso sostenible de los recursos biológicos en Colombia. El capítulo 1, escrito por la embajadora de Colombia en Alemania, S. E. Yadir Salazar Mejía, refleja los principales ejes de la actual política exterior de Colombia y la relación bilateral con Alemania en materia de clima y biodiversidad. El capítulo 2 analiza diferentes conceptos de sostenibilidad y ofrece una definición de trabajo para Colombia, teniendo en cuenta las especificidades de los pueblos indígenas, las comunidades negras, afrocolombianas, raizales y palenqueras y sus territorios. El capítulo 3 evalúa críticamente el potencial de la biodiversidad y la bioeconomía en el siglo XXI, desde la agricultura sostenible y la atención sanitaria innovadora hasta las energías renovables y los materiales ecológicos. A continuación, los capítulos 4 al 10 profundizan en áreas específicas de los recursos biológicos de gran importancia para Colombia. Entre ellas se incluyen el uso sostenible de los recursos biológicos terrestres de Colombia, ejemplificado por los productos forestales no maderables del bosque (capítulo 4), la biodiversidad marina de Colombia (capítulo 5), el uso de plantas medicinales en el contexto de la paz territorial (capítulo 6), la reforestación en la región cafetera colombiana (capítulo 7), el uso de piensos sostenibles a base de insectos en la acuicultura (capítulo 8), el diseño de bioproductos y la cocreación de un modelo de negocio sostenible con la comunidad indígena Awá (capítulo 9), y la acuaponía sostenible en una comunidad de mujeres pescadoras de la región de Urabá (capítulo 10). El libro concluye con recomendaciones para la creación de redes internacionales en la «nueva normalidad» poscovid (capítulo 11).

Todos los capítulos están disponibles en español e inglés para facilitar la difusión de los resultados.

Los editores



Federal Ministry
of Education
and Research

1 Los recursos biológicos en el relacionamiento estratégico de Colombia con Alemania

S. E. Yadir Salazar Mejía

Embajadora de Colombia en Alemania, Berlín, Alemania*

Con contribuciones editoriales de Claudia Wilke

1.1 Introducción

Como especie hemos generado una triple crisis planetaria que se manifiesta en problemas ambientales a nivel global como lo son el cambio climático, la pérdida de diversidad biológica y la contaminación que amenazan nuestra propia existencia y la de las especies con las que compartimos el planeta, lo que ha llevado incluso a que se hable de una nueva era geológica: el Antropoceno.

Colombia, como país megadiverso y bioceánico, enfrenta importantes desafíos en la implementación de sus compromisos internacionales en materia climática y de biodiversidad, al mismo tiempo que experimenta profundos desequilibrios y diferencias territoriales, económicas y sociales dentro del país. Sumado a que varias de las zonas estratégicas para la conservación de la diversidad biológica coinciden con territorios colectivos de grupos étnicos y con áreas rurales apartadas sin acceso a bienes públicos y que en muchas ocasiones son escenarios de conflicto armado y socioambientales, en los que se hacen esfuerzos a nivel local y nacional para transformarlos y lograr la paz. Esto requiere de enfoques territoriales y étnicos diferenciados.

Esta guía sobre el uso de recursos biológicos en Colombia está elaborada por la red científica de cooperación colombo-alemana para el uso justo y sostenible de recursos biológicos – Colombia-CONNECT, en colaboración con el Instituto de Investigación Senckenberg y el Instituto Fraunhofer IME. Aquí se presenta una herramienta para entender las complejidades del caso colombiano y las

* *Citación recomendada:*

Salazar Mejía, Y. 2024. Los recursos biológicos en el relacionamiento estratégico de Colombia con Alemania. En: Uso equitativo y sostenible de los recursos biológicos en Colombia: del concepto a la práctica, editado por K.-Z. Lee, A. M. Aguirre Cañas, D. Morales y C. Bernal-Mattos, pp. 7–15. Stuttgart: Fraunhofer Verlag. <https://doi.org/10.24406/publica-3292>.

oportunidades intrínsecas a la riqueza en biodiversidad del país y su relación con los ecosistemas globales.

Con el propósito de aportar al contexto en el que se circunscribe este trabajo, en las siguientes líneas se presenta una reflexión sobre los principales ejes de la actual política exterior de Colombia y la relación bilateral con Alemania en materia climática y de biodiversidad.

1.2 Colombia, un país comprometido

Es una verdad indiscutible que la actividad humana está teniendo un gran impacto en los cambios producidos en materia climáticas y de biodiversidad. América Latina y el Caribe, Colombia en particular, son una de las regiones más susceptibles y vulnerables a los efectos del cambio climático por su situación geográfica, socioeconómica y riqueza biológica. Por ello, esta región puede contribuir de forma determinante a la solución de dichas problemáticas globales debido a la riqueza de sus ecosistemas que incluye, la cuenca amazónica, grandes áreas de bosques tropicales en la cuenca del pacífico, dos océanos, múltiples tipos de humedales, ecosistemas costeros, marinos, de montaña, entre otros.

La ministra Federal de Cooperación y Desarrollo Económico de Alemania, la Sra. Svenja Schulze, recopiló en su documento de posición respecto a América Latina y el Caribe publicado en julio de 2023, que en esta parte del mundo se ubica el 40% de la diversidad biológica y el 23% de los bosques del mundo. No obstante, el documento menciona que la región sigue sufriendo con rigor los efectos del cambio climático, la deforestación y la degradación del medio ambiente impactando de manera severa a las personas y comunidades más vulnerables (BMZ 2023).

Asimismo, en la contribución del Grupo de Trabajo II al Sexto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), se señala que en Centro y Sudamérica se encuentra el bosque tropical más grande del planeta, al igual que importantes biomas de alta biodiversidad. No obstante, los actuales patrones económicos, particularmente del sector de exportaciones agrícolas, amenazan con reducir los biomas de esta región la cual registra uno de los mayores índices de pérdida de superficie forestal del mundo (Castellanos et al. 2022).

En este marco, Colombia tiene un rol fundamental al ser un país bioceánico y con mayor biodiversidad por kilómetro cuadrado del mundo, contando con cerca de 98 ecosistemas continentales y marinos (naturales y transformados) (Plan de Acción para PNGIBSE 2017) y un territorio nacional cubierto en un 53% por diferentes tipos de bosques (PNGIBSE 2012).

Consciente de esta riqueza, hay una necesidad de detener y revertir la pérdida de diversidad biológica y la degradación ambiental en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Así, Colombia se ha trazado metas ambiciosas de conservación, restauración, mitigación y adaptación al cambio climático que se inscriben en el Nuevo Marco Global de Biodiversidad Kunming-Montreal, consistentes con los compromisos internacionales adquiridos en el Acuerdo de París.

Colombia ha asumido una posición de liderazgo internacional, siempre en busca de consensos entre las partes interesadas y de influenciar los procesos globales aportando el conocimiento y la experiencia de un país megadiverso que busca lograr el tercer objetivo del Convenio de Diversidad Biológica: repartición justa y equitativa de los beneficios derivados del acceso y uso de la biodiversidad, pero reconociendo el interés de la humanidad en la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica y sus servicios ecosistémicos que trascienden el ámbito nacional, lo que implica una responsabilidad internacional para con los países poseedores de esta riqueza.

En relación con estos compromisos, cabe destacar que en el marco de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 2021 o COP26, el país presentó su actualización – publicada en diciembre del 2020 – de la Contribución Nacionalmente Determinada – NDC y la Estrategia Climática de largo plazo E2050, en las que se traza la meta de reducir sus emisiones en un 51% para 2030, así como alcanzar la carbono-neutralidad en 2050, a pesar de que el país solo emite el 0,6% de los gases de efecto invernadero a nivel mundial (Gobierno de Colombia 2020).

De igual manera, la Política Nacional de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos – PNGIBSE y su respectivo Plan de Acción se encuentran en proceso de actualización para que respondan con el nuevo Marco Global de Biodiversidad Kunming-Montreal, acordado en la Convención de Diversidad Biológica de diciembre de 2022 o COP15.

En la Convención de Cambio Climático, así como en la de Biodiversidad, Colombia ha resaltado y apoyado las posiciones que reconozcan el estrecho relacionamiento entre los océanos y el cambio climático. Los océanos tienen un rol como sumideros de CO₂. Esto, incrementa sus temperaturas y causa efectos severos como el blanqueamiento de los corales, así como la acidificación de estos ecosistemas con impacto en su productividad y en las condiciones de vida de la población costera y nacional que depende de ellos. No por nada, los océanos del mundo producen cerca de la mitad del oxígeno que necesitamos y absorben una cuarta parte de las emisiones de dióxido de carbono.

El gobierno del presidente de la República de Colombia, Gustavo Petro, se trazó tanto en el ámbito doméstico como exterior, una orientación que conduzca a lograr las transformaciones ecológicas, económicas y sociales necesarias para hacer frente a ésta triple crisis. El Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026 «Colombia Potencia Mundial de la Vida», recoge de manera transversal estas transformaciones y pone la biodiversidad, el agua y las personas en el centro del debate y las acciones.

Lo anterior se ha reflejado en actos concretos con incidencia internacional en tan solo el primer año de gobierno, como la ratificación del Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina y el Caribe – Acuerdo de Escazú, así como en la realización de reuniones de alto nivel como Camino a la Cumbre Amazónica: reunión técnico-científica que tuvo lugar los días 6, 7 y 8 de julio de 2023, y la V Conferencia Regional del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, realizada en Bogotá del 12 al 14 de julio del mismo año.

Además, el Presidente y sus Ministros han tenido destacadas participaciones en reuniones multilaterales estratégicas en materia climática como son la COP27 de Egipto (6 al 18 de noviembre de 2022) y la Cumbre para un Nuevo Pacto Financiero Mundial, organizada en París, los días 22 y 23 de junio de 2023, donde el país planteó el tema de canje de deuda por acción climática con una propuesta novedosa que permita realizar un estudio detallado de la relación entre deuda y acción climática para la naturaleza.

En igual sentido, Colombia tuvo una destacada participación en las negociaciones del *Biodiversity Beyond National Jurisdiction* – BBNJ. El texto final de este documento se acordó el 4 de marzo de 2023 y se adoptó formalmente en el marco de la Conferencia Intergubernamental de Negociación de la Asamblea General de las Naciones Unidas el 19 de junio de 2023 (documento A/CONF.232/2023/4), dentro de la Convención de las Naciones Unidas sobre Derecho del Mar (CONVEMAR) de la cual Colombia no es parte. Sin embargo, el BBNJ está abierto a la participación de Estados no parte de la CONVEMAR y consigna compromisos en materia de recursos genético-marinos, estudios de impacto ambiental, construcción de capacidades y transferencia de tecnología. Esto establece mecanismos efectivos para que los recursos biológicos de dichas zonas sean conservados y que su utilización sea sostenible y derive en beneficios equitativos para todos los países.

Recientemente, se destaca la reunión de Líderes de los Estados Parte en el Tratado de Cooperación Amazónica que tuvo lugar en Belém do Pará, Brasil, el 8 y 9 de agosto de 2023. El presidente Gustavo Petro propuso la creación de un Tribunal de Justicia Ambiental Amazónica y la negociación de un tratado de cooperación militar para esta misma zona (Presidencia de la República 2023). Si bien falta recorrer el camino para la materialización de estas propuestas, son una orientación clara de los esfuerzos del Estado colombiano encaminados a brindar herramientas para cuidar la biodiversidad, terrestre y acuática, y las comunidades.

De este despliegue internacional y diferentes intervenciones públicas, se puede recavar desde el punto de vista temático, que la política exterior del actual gobierno se enfoca en poner en marcha acciones concretas e íntegras para avanzar en el cumplimiento de las metas del nuevo Marco Global de Biodiversidad Kunming-Montreal. De esta manera se busca crear y fortalecer capacidades de adaptación y mitigación al cambio climático, desarrollar soluciones efectivas basadas en la naturaleza y en la biodiversidad (incluyendo la bioeconomía y la economía azul y sus cadenas de valor sostenibles), reducir significativamente la deforestación y fomentar nuevas líneas y alternativas de financiación que reconozcan la responsabilidad compartida y diferenciada de todos los países.

Lo anterior se enmarca en la narrativa planteada por el presidente en diferentes escenarios internacionales en los que destaca la necesidad de replantear el actual sistema económico global, con el fin de acelerar la transición energética y reducir el uso de combustibles fósiles a corto plazo y que está directamente vinculado con la degradación ambiental y la (in)capacidad de ejecutar acciones ambientales, dada la correlación inversa entre desarrollo socioeconómico y vulnerabilidad, donde mujeres, niños y grupos étnicos son los principales afectados. El acceso a la justicia en asuntos ambientales es una contribución directa a la visión de un país que busca la paz y que posiciona los derechos humanos como piezas del mismo engranaje (Castellanos et al. 2022), principalmente en

aquellas zonas estratégicas de conservación que están afectadas por situaciones de violencia armada.

Respecto al tema de soluciones efectivas basadas en la naturaleza y en la biodiversidad, Colombia enfatiza que las contribuciones de la naturaleza hacia las personas tienen un papel primordial en la generación del bienestar humano y el goce efectivo de un amplio grupo de derechos humanos. Esto impulsa la necesidad de promover una valoración integral de la biodiversidad -terrestre y marina-, más allá de la simple estimación económica de ésta y donde la bioeconomía se consolida como un mecanismo de generación de oportunidades económicas y sociales, que incluye transformaciones productivas, sostenibles y descarbonizadas que ayudan a atenuar los desequilibrios regionales existentes en el país.

Esta perspectiva se basa en construir y fortalecer las capacidades de investigación científica y desarrollo tecnológico para que el ecosistema de innovación conduzca al resultado descrito.

Actualmente, la política exterior y la de reindustrialización de Colombia buscan el abandono de un modelo extractivo y profundizar la internacionalización de la economía basada en la descarbonización y la generación de nuevos mercados enfocados en bioeconomía.

Este punto permite conectar con la preeminencia de la transición energética justa y el despliegue de las energías renovables como eje central de la política de reindustrialización de Colombia. Por ello, en línea con el Plan Nacional de Desarrollo y las citadas políticas, la diplomacia energética está orientada a lograr el apoyo internacional necesario para una transición energética justa y con el despliegue de la industria de las energías renovables, con una perspectiva en la que el desarrollo se deba dar de manera simultánea con una transformación estructural de las regiones afectadas.

Esta transición atraviesa por una necesaria reconversión laboral, retiene la inversión en nuevos sectores y atrae talento humano, revitalización ambiental y respeto a la naturaleza y la justicia social, incluyendo las zonas costeras. Entre los principales motores de pérdida de biodiversidad está el cambio del uso del suelo que se encuentra asociado a la actividad agropecuaria, a la construcción de infraestructura, a la urbanización descontrolada de áreas naturales, a la explotación minero-energéticas, entre otros factores. Todo esto es consecuencia de la crisis energética a partir del estallido de la guerra en Ucrania, donde las importaciones de carbón de Alemania provenientes de Colombia se han incrementado notoriamente.

Es común que en los países más vulnerables, como lo es Colombia, se requieren inmensas cantidades de recursos financieros para poder materializar todas las metas que se han trazado. En virtud de esto, el país apoya y promueve el diálogo para emprender las reformas necesarias en las instituciones financieras multilaterales que respondan a los desafíos de los países en desarrollo y que produzcan soluciones innovadoras de financiamiento climático. Esto, con el objetivo de liberar recursos para adelantar medidas en mitigación, adaptación de pérdidas y daños, sin que se vaya en detrimento

de la vulnerabilidad y riesgos de la deuda y el espacio fiscal casi inexistente, o afectando otras intervenciones urgentes en los ámbitos social y económico.

De ahí la trascendencia de la propuesta planteada por el Presidente de Colombia en la Cumbre por un Pacto Global Financiero relativa a la creación de un grupo de expertos para la revisión de la relación entre el endeudamiento y la capacidad de ejecutar acciones climáticas de los países en desarrollo.

1.3 Relación bilateral Colombia – Alemania

En palabras del canciller Álvaro Leyva, «Colombia pretende y aspira con vehemencia ser potencia mundial de la vida; es nuestro cometido interno y externo». Por ello, es especialmente importante tener la oportunidad de hacer referencia a la agenda entre Colombia y Alemania en la materia.

Detener la pérdida de biodiversidad, así como mitigar y adaptarse a las consecuencias del cambio climático, son propósitos indivisibles que solo se pueden alcanzar de manera mancomunada entre el conjunto de naciones. Colombia y Alemania tradicionalmente, pero hoy en día de manera más intensa, trabajan conjuntamente para avanzar en la consecución de estos propósitos.

Alemania ha sido uno de los principales cooperantes de Colombia para asuntos climáticos y de biodiversidad, en especial, en temas de lucha contra la deforestación, principalmente en la Amazonía, permitiendo construir un amplio portafolio bilateral. Alemania apoya temas prioritarios para Colombia en su agenda ambiental como son la reducción de emisiones de gases efecto invernadero, protección de áreas naturales y diversidad biológica, adaptación basada en ecosistemas, control de la deforestación y la degradación de los bosques, negocios verdes, apoyo en la implementación de los NDC, entre otros.

Con la llegada en diciembre de 2021 de Olaf Scholz como canciller federal de Alemania y su coalición de gobierno, y de Gustavo Petro a la Presidencia de Colombia en agosto de 2022, se ha intensificado el intercambio en estas áreas producto de la coincidencia política y de las agendas ambientales y energéticas, de una forma sin precedentes en 151 años de historia de las relaciones diplomáticas.

En consecuencia, en poco más de un año han coincidido dos veces ambos mandatarios, donde se han dado múltiples visitas de alto nivel tanto en territorio colombiano como alemán, y se han renovado los marcos de cooperación bilateral (financiera y técnica) en materia ambiental y en importantes escenarios multilaterales en coliderazgo.

Las periódicas negociaciones bilaterales sobre cooperación llevadas a cabo en diciembre de 2022 y su subsecuente seguimiento en mayo de 2023, enfatizaron la centralidad de los temas ambientales en la agenda bilateral. En ese sentido, el portafolio de proyectos para la conservación de la megadiversidad colombiana se orienta a combatir la pérdida de biodiversidad, mantener la salud y el estado

de los ecosistemas como eje fundamental de desarrollo, fortalecer con acciones el equipamiento para la gestión de áreas protegidas, conectarlos corredores biológicos, reforzar el uso sostenible de la tierra y trabajar en la restauración ecológica.

Además, en el marco de la visita a Alemania del presidente de la República de Colombia, Gustavo Petro, el ministro de Relaciones Exteriores de Colombia, Álvaro Leyva, y la ministra Federal de Cooperación de Alemania, Svenja Schulze, el ministro federal de Economía y Protección Climática, Dr. Robert Habeck, la ministra federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza, Seguridad Nuclear y Protección del Consumidor, Steffi Lemke y la secretaria del Estado para Europa y Clima del Ministerio Federal de Asuntos exteriores, Anna Lührmann, del 14 al 16 de junio de 2023, firmaron la Carta de Intención «Alianza por el Clima y la Transición Energética Justa», con la cual los dos países se comprometieron a fortalecer las iniciativas y proyectos bilaterales en cuatro áreas: 1) transición energética; 2) protección del clima; 3) protección y uso sostenible de la biodiversidad y el medio ambiente; 4) desarrollo urbano sostenible y resiliente; y 5) financiamiento en materia de clima y biodiversidad.

En el ámbito multilateral, el mejor ejemplo de coliderazgo se materializó en el lanzamiento de la Alianza para la Aceleración de las Estrategias y Planes de Acción Nacionales sobre Biodiversidad (NBSAP Accelerator Partnership por su denominación en inglés) en la COP15 de Montreal de 2022, con la que los dos países y todos aquellos que se unan al esquema, buscan contribuir con capacidad técnica y financiera la adaptación e implementación de las estrategias y planes de acción de biodiversidad y adaptación al marco Kunming-Montreal.

1.4 ColombiaCONNECT – el papel de la ciencia

Los retos que enfrenta Colombia no son menores. La financiación, las capacidades del Estado tanto a nivel nacional como territorial para la implementación y monitoreo de sus compromisos, serán siempre temas de la agenda. No obstante, con el apoyo de socios estratégicos como Alemania, Colombia enfrenta estos retos de manera consistente, procurando la alineación interna de los ministerios, al tiempo de contar con el acompañamiento de comunidades, organizaciones sociales, y de manera particular, con la academia y los gremios de científicos. En el marco multilateral, de manera generalizada se evidencia que la disparidad en la producción científica relacionada con el cambio climático y la pérdida de biodiversidad entre los mal llamados países del norte y sur global no es poco menos que abismal (Castellanos et al. 2022).

ColombiaCONNECT y esta guía sobre el uso de recursos biológicos en Colombia son un esfuerzo en el sentido contrario a la referida tendencia. Las redes transnacionales de conocimiento e investigación entre Colombia y Alemania son un instrumento que aporta a la construcción de entendimientos y soluciones prácticas con base científica, no solo en favor de los países involucrados, sino de todo el mundo.

Esto queda evidenciado en los proyectos que ColombiaCONNECT ha puesto en marcha a lo largo de cuatro años de funcionamiento, y que reseña en esta publicación, en diversas áreas como el uso de plantas medicinales en Caquetá, acuicultura en el Urabá, turismo de naturaleza en Nariño y reforestación en la región cafetera. Esto deja claro que el sincretismo de saberes originarios y contemporáneos, y la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad son fundamentales para la reducción de las emisiones, la adaptación y la resiliencia climática.

Como diplomática siempre estoy en la búsqueda de recursos que permitan impulsar el relacionamiento bilateral y multilateral de Colombia y nutrir las bases científicas para representar a Colombia y dar a conocer nuestras posturas en diferentes escenarios. Esta guía se suma a esas herramientas, motivo por el cual les invito a su lectura.

1.5 Referencias

- Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ). 2023. Perspektiven mit Lateinamerika und der Karibik: Gemeinsam für ökologischen Wandel und soziale Gerechtigkeit. Obtenido de: <https://www.bmz.de/resource/blob/163468/positionspapier-lateinamerika-karibik.pdf> (Último acceso: 14/07/2023).
- Castellanos, E., M. F. Lemos, L. Astigarraga, N. Chacón, N. Cuvi, C. Huggel, L. Miranda, et al. 2022. Central and South America. En: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Working Group II Contribution of to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, editado por H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, M. Tignor, E. S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, et al., 1689–1816. Cambridge, UK y New York, USA: Cambridge University Press. doi:10.1017/9781009325844014.
- Gobierno de Colombia. 2020. Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia (NDC). Política Pública. Bogotá: Gobierno de Colombia.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2023. Summary for Policymakers. En: *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, editado por core writing team, H. Lee y J. Romero, 1–34. Geneva, Switzerland: IPCC. doi:10.59327/IPCC/AR6-9789291691647001.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). 2017. Plan de Acción para la implementación de la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos 2016–2030 (PNGIBSE). Bogotá, Colombia. ISBN: 978–958–8901–36–7.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). 2012. Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE). Bogotá, Colombia. ISBN: 978–958–8343–71–6.

1.6 Lectura recomendada

Chaves, M. E., R. Gómez-S, W. Ramírez y C. Solano (Eds.). 2021. Evaluación Nacional de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos de Colombia. Resumen para Tomadores de Decisión. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Centro Mundial de Monitoreo para la Conservación – Naciones Unidas para Medio Ambiente, Ministerio Federal de Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear de Alemania. ISBN: 978–958–5183–25–4.

Ministerio de Relaciones Exteriores de Colombia (MRE). Biodiversidad, 24/07/2023. Obtenido de: <https://www.cancilleria.gov.co/internacional/politica/ambiental/biodiversidad> (Último acceso: 25/07/2023).

Ministerio de Relaciones Exteriores de Colombia (MRE). Presidente Gustavo Petro sanciona la ley que aprueba el Acuerdo de Escazú, 11/05/2022. Obtenido de: <https://cancilleria.gov.co/newsroom/news/presidente-gustavo-petro-sanciona-ley-aprueba-acuerdo-escazu> (Último acceso: 12/07/2023).

Urrego, P. y G. Francisco. 2023. Presidencia de la República. La prosperidad descarbonizada: otro tipo de sociedad de poder y de economía, propone el presidente Gustavo Petro en Cumbre Amazónica de Belém do Pará, 08/08/2023. Obtenido de: <https://petro.presidencia.gov.co/prensa/Paginas/Palabras-La-prosperidad-descarbonizada-otro-tipo-de-sociedad-de-poder-y-de-economia-propone-el-presidente-230808.aspx> (Último acceso: 11/08/2023).

2 Salvando las distancias: integrar los conceptos modernos y tradicionales de sostenibilidad en Colombia

Thomas Wilke

Department of Animal Ecology & Systematics, Justus Liebig University Giessen, Giessen, Germany

La Corporación Centro de Excelencia en Ciencias Marinas (CEMarin), Bogotá, Colombia

Diana Morales

Instituto Colombo-Alemán para la Paz (CAPAZ), Bogotá, Colombia*

Con contribuciones editoriales de Claudia Wilke

Resumen

La sostenibilidad es un concepto importante pero no claramente definido que engloba diferentes perspectivas y enfoques. Muchos marcos de sostenibilidad abordan tres dimensiones (pilares) asociadas a los términos generales de ecología, economía y sociedad. Sin embargo, mientras que los conceptos occidentales «modernos» suelen caracterizarse por un enfoque antropocéntrico sobre los recursos finitos de la tierra, objetivos móviles (futuros) y un énfasis en el crecimiento económico y el desarrollo; los conceptos tradicionales tienden a tener una perspectiva más ecocéntrica sobre el valor intrínseco de la naturaleza, se centran en objetivos presentes y hacen hincapié en la importancia de los medios de subsistencia. Además, los conceptos occidentales se asocian a menudo con el lavado de imagen verde y pueden percibirse como «imperialismo verde» cuando se aplican de forma

* *Citación recomendada:*

Wilke, T. y D. Morales. 2024. Salvando las distancias: integrar los conceptos modernos y tradicionales de sostenibilidad en Colombia. En: *Uso equitativo y sostenible de los recursos biológicos en Colombia: del concepto a la práctica*, editado por K.-Z. Lee, A. M. Aguirre Cañas, D. Morales y C. Bernal-Mattos, pp. 16–32. Stuttgart: Fraunhofer Verlag. <https://doi.org/10.24406/publica-3293>.

acrítica al Sur Global, especialmente a los pueblos indígenas y otros grupos marginados, por ejemplo, en Colombia. Aunque sea imposible ofrecer una definición universal del concepto de sostenibilidad para Colombia, por su diversidad cultural, étnica y biológica, una definición de trabajo que incluya la visión de las comunidades étnicas y locales podría facilitar la asociación y el beneficio mutuo. Basándose en criterios operativos que tienen en cuenta las especificidades de los pueblos indígenas, afrodescendientes, comunidades locales y sus territorios, la sostenibilidad se define aquí para Colombia como «el derecho de las personas y la naturaleza a vivir en equilibrio». Este capítulo del libro enumera también veinte recomendaciones para investigadores y tomadores de decisiones de países occidentales sobre cómo construir colaboraciones a largo plazo con grupos marginados basadas en los principios de sensibilidad cultural, respeto, consentimiento y beneficio mutuo. Estas colaboraciones también pueden ayudar a salvar la distancia entre los conceptos tradicionales y modernos de sostenibilidad buscando un equilibrio adecuado entre los contextos mundial y regional, las visiones ecocéntricas y antropocéntricas, los derechos humanos y los Derechos de la Naturaleza, el crecimiento económico y los medios de subsistencia, y los objetivos presentes y futuros.

2.1 Introducción

3300 millones es el número de visitas que recibió el término «sostenibilidad» en una búsqueda en GoogleTM en septiembre de 2023. En comparación, el término «cambio climático» recibió 2600 millones de visitas, «hambre» 1100 millones y «pobreza» 1000 millones. Estas cifras por sí solas ilustran la importancia de la sostenibilidad como una preocupación global acuciante para las naciones de todo el mundo que luchan por combatir la degradación medioambiental, la inestabilidad económica y la desigualdad social.

Colombia, con su diversidad étnica, cultural, biológica y geográfica, así como su abundancia de recursos naturales, ofrece una plataforma única para implementar y evaluar prácticas sostenibles que pueden servir de modelo para otros países. Por lo tanto, este capítulo tiene como objetivo explorar los retos y oportunidades asociados con el concepto de sostenibilidad en Colombia, mediante el análisis de sus tres dimensiones, el examen de los conceptos tradicionales y modernos de sostenibilidad, el análisis crítico de la visión occidental de la sostenibilidad (que ha sido asociada con el «imperialismo verde») y la construcción de una definición de trabajo de la sostenibilidad en Colombia y el Sur Global que combina los conceptos tradicionales y modernos de sostenibilidad. El capítulo del libro concluye con recomendaciones sobre cómo investigadores y tomadores de decisión de países occidentales pueden comprometerse con los conceptos de sostenibilidad en Colombia de una manera culturalmente sensible.

2.2 Sostenibilidad: mitigar los conflictos entre ecología, economía y sociedad

Aunque la sostenibilidad es un concepto importante, no existe una definición universalmente aceptada (White 2013, Ramsey 2015, Purvis et al. 2019, véase también la sección «La visión "moderna" y occidental de la sostenibilidad» más adelante). Además, los términos «sostenibilidad»

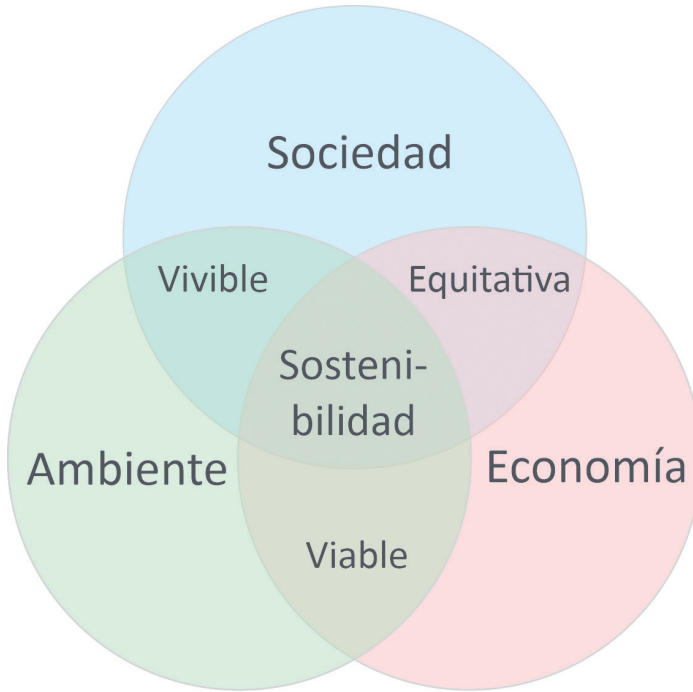


Figura 1: Dimensiones (pilares) de la sostenibilidad EES: ecología, economía y sociedad, las cuales están representadas en tres círculos que se intersectan con la sostenibilidad en el medio (Purvis et al. 2019). Adaptado de Barbier (1987) y la Asamblea General de las Naciones Unidas (1987).

y «desarrollo sostenible», estrechamente relacionados, se utilizan a menudo como sinónimos, lo que difumina aún más su contenido (White 2013). Sin embargo, ambos términos tienen dimensiones diferentes. La sostenibilidad se refiere a un concepto normativo pero difuso que define un objetivo móvil (por ejemplo, reequilibrar la relación entre las personas y la naturaleza), mientras que el desarrollo sostenible describe cómo alcanzar ese objetivo (como en los diecisiete Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas) (UNESCO 2012, Harrington 2016).

La sostenibilidad suele considerarse como la intersección de las tres dimensiones (pilares) de la ecología (ambiente), la economía y la sociedad (en lo sucesivo, «sostenibilidad EES», por sus siglas en inglés; Fig. 1, véase también Purvis et al. 2019). Este punto de vista se basa en el concepto de Triple Línea de Base (Triple Bottom Line, TBL, véase también Zaharia y Zaharia 2021) con las tres dimensiones: personas, beneficios y planeta (en lo sucesivo, «sostenibilidad 3P»). Este último concepto se popularizó con la publicación del libro de Elkington (1997) como marco de sostenibilidad para que las empresas examinaran sus repercusiones sociales, medioambientales y económicas.

La sostenibilidad 3P, con sus tres dimensiones de personas, beneficios y planeta, y la sostenibilidad EES, con sus tres dimensiones de ecología, economía y sociedad, son marcos de sostenibilidad relacionados pero distintos. La sostenibilidad EES ofrece una perspectiva más amplia que se aplica no sólo a la responsabilidad empresarial y corporativa, sino a la sociedad en su conjunto (por ejemplo, comunidades, instituciones de investigación, gobiernos, organizaciones no gubernamentales). Hace hincapié en la necesidad de un enfoque holístico de la sostenibilidad, que incluya consideraciones medioambientales, económicas y sociales.

Los dos conceptos también muestran ligeras pero, a menudo, notables diferencias en el equilibrio de sus tres dimensiones. En la sostenibilidad 3P, la dimensión de las personas suele estar sobrerrepresentada (Yip et al. 2023), mientras que en la sostenibilidad ESS ocurre lo mismo con la dimensión ambiental (White 2013). Este desequilibrio de las tres dimensiones, especialmente una infrarrepresentación de los factores socioeconómicos en la sostenibilidad ESS, puede reducir la aceptación de las medidas de sostenibilidad en los hogares con bajos ingresos (Okitasari et al. 2022).

Además, la sostenibilidad 3P se utiliza normalmente en el contexto de la integración o el equilibrio de sus tres dimensiones (por ejemplo, Bergmans 2006), mientras que la sostenibilidad EES es empleada más a menudo en el escenario del reequilibrio o la mitigación de los conflictos entre las tres dimensiones. Así, este último concepto está más orientado a la transformación de conflictos (Temper et al. 2018).

El concepto de sostenibilidad en América Latina, especialmente en Colombia, está estrechamente vinculado al concepto de desarrollo sostenible (véase también más arriba). Escobar (1999) resaltó la necesidad de considerar este último de forma específica para cada contexto y región. También sugirió que cuestiones como la deuda externa, la obsolescencia de los paradigmas de desarrollo convencionales, el mantenimiento del pluralismo cultural y la conservación del patrimonio cultural y genético de la región se incluyeran en un marco de sostenibilidad. Los debates sobre la sostenibilidad y el desarrollo sostenible en América Latina también han llamado la atención sobre las incoherencias en el uso de los recursos naturales no renovables, las consecuencias medioambientales y sociales del desarrollo minero y energético, y las desigualdades sociales (Gudynas 2011 a).

En este contexto, se han identificado tres modelos complementarios de sustentabilidad, asociados al desarrollo (Gudynas 2011 a):

- **Sustentabilidad débil:** este modelo se basa en el concepto de capital natural. Llama la atención frente a la necesidad de cambiar los métodos de producción actuales para reducir el impacto ambiental y considera la protección del medio ambiente una condición necesaria para el crecimiento económico. Aboga por reformas técnicas y hace hincapié en instrumentos económicos como los bonos de carbono.
- **Sustentabilidad fuerte:** el modelo se basa en una visión ecocéntrica que reconoce el valor (ecológico) de la naturaleza más allá de su dimensión económica y subraya la importancia de proteger las especies y el ambiente, independientemente de su uso comercial. De esta manera, amplía el concepto de «capital natural».



Figura 2: Hombre del Pueblo Kogui en el Parque Nacional Tayrona, cerca de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. El mundo espiritual de los koguis se basa en su creencia en Aluna («La Gran Madre»), una cosmovisión que aboga por mantener un equilibrio entre las demandas humanas y la naturaleza (Foto: T. Wilke).

- Sustentabilidad superfuerte: el modelo amplía el modelo ecocéntrico de «sustentabilidad fuerte» al asumir una pluralidad de valores de la naturaleza más allá de la economía y la ecología, como los valores culturales, religiosos y estéticos. Algunos de estos valores son intrínsecos a la naturaleza y no dependen de la apropiación o uso humanos. El modelo se basa en el concepto de «patrimonio natural» más que en el de «capital natural».

2.3 Buen Vivir: la visión tradicional sudamericana de la sostenibilidad

La cosmovisión del Sumak Kawsay (vida abundante) o Buen Vivir es una filosofía social y un concepto de sostenibilidad que concibe al ser humano como parte integrante de la naturaleza (Ordóñez 2022). El Buen Vivir tiene sus raíces en las cosmovisiones y filosofías de las comunidades indígenas, en particular de los pueblos quechua, aymara y kichwa de los Andes (Gudynas 2011 b). Estas

comunidades han defendido durante mucho tiempo valores de armonía con la naturaleza, bienestar comunitario y reciprocidad (por ejemplo, Villalba 2013). El concepto encarna su profunda conexión espiritual con el mundo natural y el reconocimiento de los seres humanos como parte integrante del mismo (Fig. 2, Gudynas 2011 b, Villalba 2013).

Según Chassagne (2018, 11), el concepto de *Buen Vivir* tiene seis dimensiones:

- 1) «Equidad: diversidad, equilibrio social y justicia social»
- 2) «Cohesión social: vivir en armonía con los demás»
- 3) «Sostenibilidad: respeto mutuo por el medio ambiente y vivir en armonía con la naturaleza»
- 4) «Capacitación: participación y respeto de los sistemas culturales»
- 5) «Medios de vida: una economía plural y alternativa en apoyo de una vida digna»
- 6) «Capacidades: capacidades humanas ampliadas donde el bienestar colectivo es fundamental»

Chassagne (2018) también señaló que los tres pilares principales *del Buen Vivir* -social, espiritual y material- son en parte similares a las tres dimensiones (pilares) de la sostenibilidad de la EES: ecología, economía y sociedad. Sin embargo, para *el Buen Vivir es fundamental* la creencia de que la naturaleza y la sociedad son inseparables, así como el respeto por *la Pachamama* («Madre Tierra») para lograr el bienestar social y ambiental. Esto a través de un enfoque endógeno para identificar y satisfacer las necesidades (Chassagne 2018). Además, Gudynas (2011b) destacó el potencial *del Buen Vivir*, que reconoce los «Derechos de la Naturaleza» (véase Boyd 2017) y su valor intrínseco, como una alternativa ecocéntrica al concepto antropocéntrico de desarrollo sostenible.

Por lo tanto, el concepto tradicional *del Buen Vivir* ofrece una perspectiva única y valiosa sobre la sostenibilidad que destaca la armonía con la naturaleza, el bienestar de la comunidad y la diversidad cultural. Sus raíces en las cosmogonías indígenas y su reciente inclusión en las Constituciones de Bolivia y Ecuador (por ejemplo, Ordóñez et al. 2022) subrayan su importancia en los debates sobre el desarrollo sostenible.

Es esencial seguir investigando y debatiendo con el fin de determinar cómo puede adaptarse e integrarse *el Buen Vivir* en diferentes contextos culturales y geográficos para abordar los complejos retos del siglo 21st (por ejemplo, Villalba 2013, Ordoñez 2022).

2.4 La «moderna» visión occidental de la sostenibilidad

Como se expone en la sección «Sostenibilidad: mitigar los conflictos entre ecología, economía y sociedad», no existe una definición universalmente aceptada del término sostenibilidad, por lo que su acepción siendo esquivada. Dadas las dificultades para definir este concepto, en términos generales, algunos autores sostienen que existe un problema con el propio planteamiento de su significado. Por ello, sugieren utilizar definiciones ostensivas (es decir, recurrir a ejemplos para transmitir el significado de sostenibilidad, Ramsay 2015).

2 Integrar los conceptos modernos y tradicionales de sostenibilidad en Colombia

Otros autores han intentado representar visualmente las palabras y frases más comunes en las definiciones de sostenibilidad (por ejemplo «lo sé cuando lo veo», White 2013, 213) (véase también Yip et al. 2023). Incluso, algunos autores afirman que no existe un conjunto de características compartidas de las definiciones de sostenibilidad (por ejemplo, Ramsey 2015). Finalmente, al realizar la búsqueda del término sostenibilidad mencionada en párrafos precedentes, se encontró que la mayoría de los términos encontrados correlacionados eran «ambiente», «social» y «económico», lo que concuerda con el concepto de sostenibilidad de la EES.

Barbosa et al. (2014), Harrington (2016) y Ruggerio (2021) presentaron revisiones de los términos sostenibilidad y desarrollo sostenible basadas en análisis bibliográficos. Entre los ejemplos de definiciones conceptuales enumerados por estos autores figuran:

- Desarrollo sostenible: «La humanidad tiene la capacidad de hacer que el desarrollo sea sostenible para garantizar que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades». (WCED 1987, 16 [«Informe Brundtland»]).
- Sostenibilidad: «Un equilibrio dinámico en el proceso de interacción entre una población y la capacidad de carga de su entorno tal que la población se desarrolla para expresar todo su potencial sin producir efectos adversos irreversibles en la capacidad de carga del entorno del que depende». (Ben-Eli 2018, 1340).
- Sostenibilidad: «Satisfacer las necesidades humanas fundamentales preservando al mismo tiempo los sistemas de soporte vital del planeta Tierra». (Kates et al. 2001, 641).

A pesar de la importancia general de la sostenibilidad, estos conceptos occidentales se asocian con frecuencia al lavado de imagen verde o *greenwashing* en inglés, que se define como «... la intersección de dos comportamientos empresariales: un comportamiento medioambiental deficiente y una comunicación positiva sobre el comportamiento medioambiental» (Delmas y Burbano 2011, 65). El *greenwashing* se ha observado en diversas formas, desde afirmaciones medioambientales engañosas a nivel de producto, hasta el uso de elementos que evocan la naturaleza a nivel de ejecución, como imágenes de animales en peligro de extinción, sonidos de la naturaleza o colores verdes (de Freitas Netto et al. 2020). Sin embargo, el lavado de imagen verde no se limita al Norte Global. Por ejemplo, Ecopetrol S. A., la mayor empresa de Colombia cuya principal actividad es la extracción de petróleo y gas, utiliza actualmente una iguana verde en su logotipo corporativo y colores verdes en todos sus sitios web (véase <https://www.ecopetrol.com.co/>).

Las visiones occidentales de la sostenibilidad también se caracterizan a menudo por un enfoque antropocéntrico de los recursos finitos de la tierra y la necesidad de gestionar la naturaleza (Nagendra 2018, Savelyeva 2017), apoyando modelos occidentales como la agricultura industrial, la tecnología verde y la conservación basada en el mercado. Si bien estos modelos centrados en los recursos han logrado avances significativos en la promoción de la conciencia ambiental y la gestión responsable de los recursos, también plantean cuestiones importantes sobre el sesgo cultural y el descuido de los contextos locales, el conocimiento tradicional y las diversas visiones del mundo (Nagendra 2018). Por ejemplo, la mayoría de los libros y cursos universitarios sobre sostenibilidad

en el Sur Global siguen estando centrados en Occidente (véase Zidny 2020 y sus referencias). Las agencias de desarrollo y las empresas multinacionales occidentales también suelen promover normas y certificaciones de sostenibilidad basadas en Occidente sin tener en cuenta las realidades económicas, medioambientales y sociales locales. Así, Avianca, la mayor aerolínea de Colombia, utiliza las normas de la Global Reporting Initiative (GRI) en su último informe de sostenibilidad (Avianca 2023, 24–25) para comunicar su impacto en las dimensiones económica, medioambiental y social, entre otras. Sin embargo, los respectivos indicadores facilitados por Avianca son tan generales que también pueden aplicarse a muchas empresas occidentales.

Además, la visión occidental de la sostenibilidad, aunque bienintencionada, puede conducir inadvertidamente al «imperialismo verde» a través de dinámicas de poder desiguales y la marginación de los pueblos indígenas y comunidades locales. En sentido estricto, el término imperialismo verde se refiere a la exportación de legislaciones, reglamentos y normas medioambientales del Norte Global al Sur Global que influyen en los asuntos internos de los países en desarrollo (Ariffin 2010, véase también Bergesen 1988). En un sentido más amplio, denota la supresión del crecimiento económico en los países en desarrollo al negarles oportunidades económicas basadas en prácticas consideradas insostenibles por los países occidentales (Driessen 2003).

El término imperialismo verde se utiliza a veces como sinónimo de «ecoimperialismo», «ecocolonialismo», «imperialismo medioambiental» y «colonialismo medioambiental». Estos últimos se refieren a varios conceptos que van desde la introducción de especies no autóctonas (incluidos patógenos) en comunidades indígenas por parte de colonos (Crosby 1986) hasta la subyugación de las instituciones económicas, políticas y/o sociales de un país para acceder a sus recursos naturales y explotarlos (Frame 2021). Sin embargo, como señala Said (1993), «imperialismo» denota una teoría y/o práctica, mientras que «colonialismo» se refiere a un proceso.

Recientemente, el término imperialismo verde se ha utilizado cada vez más en el contexto de la transición energética mundial (Dorn 2022). Varios aspectos de esta transición, como la producción ecológica de hidrógeno, la extracción sostenible de litio y la mejora de las reservas forestales de carbono, son especialmente relevantes para Colombia.

Dorn (2022) identificó varios elementos imperiales y coloniales en las estrategias de mitigación del cambio climático relacionadas con la transición energética. El sesgo institucional entre Estados pobres y ricos se aplica ahora también a las políticas internacionales sobre cambio climático. Estas políticas transmiten y manifiestan las relaciones de poder existentes, aparentemente en beneficio de la humanidad, y los discursos relacionados con el cambio climático se utilizan para introducir prácticas insostenibles de explotación.

Dorn (2022) también señala que la mitigación del cambio climático en América Latina hasta ahora se ha visto principalmente como un nuevo modelo de negocio y que «las geografías de la descarbonización son significativamente más complejas y están conformadas por múltiples actores, políticas y estrategias» (Dorn 2022, 137).

2 Integrar los conceptos modernos y tradicionales de sostenibilidad en Colombia

Además, el extractivismo (es decir, la extracción de recursos naturales del medio ambiente orientada a la exportación) sigue siendo una preocupación acuciante en el contexto de la transición energética mundial. Por ejemplo, para sustituir los suministros de hulla y gas natural rusos en medio de la guerra de Rusia contra Ucrania y apoyar la eliminación progresiva del lignito como parte de la transición energética de Alemania, el Gobierno alemán ha aumentado considerablemente las importaciones de hulla de Colombia desde 2022. Esta decisión ha sido criticada, entre otros actores, por los ecologistas ya que, por ejemplo, los explotadores de la importante mina de El Cerrejón, en el norte de Colombia, han sido acusados de graves daños medioambientales y violaciones de los derechos humanos. Además, en junio de 2023, Colombia y Alemania firmaron una «Asociación para el Clima y una Transición Energética Justa» centrada en la producción de hidrógeno verde en Colombia utilizando fuentes de energía solar, eólica y basada en la biomasa (véase también Rodríguez-Fontalvo et al. 2023) para apoyar el plan de transición energética de Alemania. Aunque este programa también incluye asistencia financiera a Colombia para ayudar al país a alcanzar sus objetivos climáticos y ambientales, aún quedan por resolver muchas cuestiones relacionadas con la mitigación efectiva de los impactos ambientales de la producción de hidrógeno verde y los posibles cambios socioeconómicos en las comunidades étnicas y locales.

Reconocer y abordar los problemas del imperialismo verde es fundamental para promover la justicia medioambiental mundial y el desarrollo sostenible. Mientras que algunas legislaciones, reglamentos y normas medioambientales del Norte Global pueden ser aplicables al Sur Global, otras estrategias occidentales para mitigar el cambio ambiental y climático pueden suponer un riesgo de explotación de las comunidades locales, la naturaleza y los territorios. Por lo tanto, la inclusión de los pueblos indígenas y comunidades locales es crucial para abordar el imperialismo verde y los problemas relacionados en la comprensión occidental de la sostenibilidad.

Basándose en Martínez e Irfan (2021) y Whitestone et al. (2022), se pueden hacer seis sugerencias para los gobiernos y los responsables políticos:

- Reparación de tierras: el acceso a la tierra o su restitución deben desempeñar un papel central en las estrategias de sostenibilidad.
- Administración: los pueblos indígenas deben tener un verdadero poder de colaboración a través de la toma de decisiones, el liderazgo y los recursos compartidos.
- Financiación sostenida: los pueblos indígenas deben tener autonomía sobre las decisiones de gasto y las oportunidades de financiación a largo plazo.
- Toma de decisiones indígena: se debe apoyar el liderazgo indígena cambiando la formulación de políticas para que se adapten mejor a la realidad de los rápidos cambios ambientales.
- Conocimientos y prácticas de los pueblos indígenas: los responsables políticos deben valorar los conocimientos y prácticas de los pueblos indígenas sin apropiarse de ellos, ya que ofrecen respuestas críticas a muchos aspectos de la sostenibilidad.
- Desarrollo de capacidades: el desarrollo de capacidades puede ayudar a fortalecer las capacidades de las comunidades indígenas para que participen plenamente en las iniciativas de sostenibilidad.

2.5 Sostenibilidad en Colombia: el derecho de las personas y la naturaleza a vivir en equilibrio

A pesar de los esfuerzos por desarrollar visiones integradas de los diferentes modelos y dimensiones de la sostenibilidad, en la práctica «es frecuente encontrarse con acciones e indicadores que destacan dimensiones específicas de la sostenibilidad, tratando inconscientemente una de estas dimensiones como prioritaria sobre las demás» (Redondo et al. 2019, 1; véase también la sección «Sostenibilidad: Mitigación de conflictos entre ecología, economía y sociedad»). En consecuencia, Win (2013, 1009) propuso una perspectiva sistemática y multiescalar de la sostenibilidad, reconociéndola como «inherentemente dependiente del contexto, y el contexto es multifacético-cultural, social, político y, de manera más ubicua, espacial» (véase también Agnoletti y Santoro 2015).

Si no existe una definición universal de sostenibilidad, ¿necesitamos una definición específica para el contexto y la región de Colombia? Y si es así, ¿cómo podríamos definirla de una manera culturalmente sensible? Estas dos preguntas fueron el tema central de un taller internacional de ColombiaCONNECT, que tuvo lugar en Fráncfort del Meno y Giessen (Alemania) del 3 al 8 de julio de 2022.

Los participantes en el taller coincidieron en que una definición universal de sostenibilidad para Colombia puede ser imposible, dada la gran diversidad cultural, étnica y biológica del país y la preocupación por el imperialismo verde. Sin embargo, para algunas partes interesadas, incluidos los grupos marginados, y para algunas zonas geográficas, una definición clara podría facilitar la asociación y el beneficio mutuo. Esto es especialmente relevante en el contexto de los pueblos indígenas, las comunidades negras, afrodescendientes, raizales y palenqueras y sus territorios. En estos casos, la suposición de que «lo sé cuando lo veo» (White 2013) podría dar lugar a malentendidos y a una creciente desconfianza. Los derechos de estos grupos han sido violados repetidamente por las prácticas coloniales, lo que ha dado lugar, por ejemplo, al despojo de tierras, la destrucción de ecosistemas, la biopiratería y la apropiación de conocimientos tradicionales. El respeto de los derechos de los grupos marginados, el bienestar de pueblos indígenas, comunidades afrodescendientes y locales y la promoción de un mundo más justo y equitativo para ellas son, por tanto, claves para la adopción de una definición. Esto es especialmente importante en el contexto del uso equitativo y sostenible de los recursos biológicos. Estos recursos son a menudo espiritual y económicamente importantes para los pueblos indígenas porque están profundamente arraigados en su cultura, proporcionan un sustento esencial para su salud y bienestar, ofrecen oportunidades económicas y les permiten cumplir su papel de guardianes del ambiente.

Otros criterios para una definición específica de sostenibilidad en Colombia, particularmente en el contexto de las comunidades indígenas, afrodescendientes y locales y sus territorios, sugeridos por los participantes del taller, son:

2 Integrar los conceptos modernos y tradicionales de sostenibilidad en Colombia

- Lenguaje sencillo: debe evitarse la jerga técnica y emplearse un lenguaje sencillo y cotidiano, con palabras que el público destinatario entienda habitualmente.
- Concisión: la definición debe ser breve y concisa. Deben evitarse elaboraciones innecesarias o detalles excesivos que puedan confundir a las partes interesadas.
- Contextualización: la definición debe situarse en un contexto con el que el público pueda relacionarse.
- Visión no antropocéntrica: debe evitarse una visión antropocéntrica y la definición debe basarse en la interdependencia y reciprocidad de los seres humanos y la naturaleza.
- Equilibrio: la definición debe establecer un equilibrio entre los aspectos socioeconómicos y ambientales.
- Derechos humanos y derechos de la naturaleza: la definición debe reconocer tanto los derechos de los seres humanos, como los derechos de los ecosistemas con sus valores intrínsecos.
- Participación: la definición debe basarse en un enfoque participativo.
- Centrarse en el aquí y el ahora: la definición debe evitar objetivos móviles (por ejemplo, una vida sostenible en el futuro) que quizá nunca se alcancen.

Basándose en estos criterios, los participantes en el taller ColombiaCONNECT propusieron la siguiente definición de trabajo de la sostenibilidad en Colombia:

«La sostenibilidad es el derecho de las personas y la naturaleza a vivir en equilibrio».

Reconocemos que vincular los derechos humanos y los derechos de la naturaleza (derechos de los ecosistemas) en un concepto de sostenibilidad puede representar un cambio filosófico en la forma en que pensamos sobre nuestra relación con el mundo natural y cuestiona los marcos jurídicos. A medida que aumentan las preocupaciones ambientales y sociales, que las sociedades buscan enfoques más sostenibles para la gestión de los recursos y que algunos países ya reconocen los derechos de los ecosistemas en sus sistemas jurídicos y ordenanzas locales (por ejemplo, el río Atrato en Colombia), es de esperar que nuestro concepto proporcione una base para futuros debates en Colombia y en el Sur Global. Un equilibrio entre los derechos humanos (de los pueblos indígenas, afrodescendientes y locales) y los Derechos de la Naturaleza también podría ayudar a abordar las preocupaciones relacionadas con que la jurisprudencia excluye las perspectivas indígenas al asignar derechos a los ecosistemas (Macpherson et al. 2020), lo que podría percibirse como imperialismo verde doméstico.

2.6 Compromiso culturalmente sensible con los conceptos de sostenibilidad en Colombia: lecciones para las partes interesadas occidentales

La sostenibilidad es un concepto escurridizo que ha evolucionado con el tiempo y abarca diferentes perspectivas y enfoques. En Colombia, éstos incluyen tanto aspectos «modernos» como tradicionales de la sostenibilidad. Los conceptos modernos suelen caracterizarse por soluciones científicas y tecnológicas a los retos ambientales, como la transición hacia las energías renovables y la agricultura sostenible. Estos conceptos hacen hincapié en la importancia del crecimiento económico y el

desarrollo. En contraste, los conceptos tradicionales de sostenibilidad en Colombia suelen estar arraigados en los sistemas de conocimiento de los pueblos indígenas y comunidades locales (por ejemplo, *el Buen Vivir*). Estas filosofías se caracterizan por un profundo respeto por la naturaleza, el reconocimiento del valor intrínseco de todas las formas de vida y un equilibrio entre los seres humanos y la naturaleza.

Aplicar la visión occidental «moderna» de la sostenibilidad a iniciativas en las que participan pueblos indígenas, afrodescendientes y otros grupos marginados, aunque sea con buenas intenciones, puede dar lugar a acusaciones de imperialismo verde y, por tanto, contrarrestar las iniciativas de sostenibilidad. Como esto se debe en parte a una dinámica de poder desigual, el problema también puede aplicarse a las relaciones entre las partes interesadas marginadas y no marginadas dentro de Colombia. Sin embargo, dado que el legado de la colonización sigue presente en la Colombia actual, los investigadores y otros actores tomadores de decisiones de países occidentales deben ser especialmente sensibles y respetuosos cuando se relacionan con pueblos indígenas y comunidades locales. Esto es especialmente cierto en el caso de los grupos indígenas y afrodescendientes que siguen luchando por el derecho a la tierra, la conservación de la cultura y los recursos biológicos y el reconocimiento de su autonomía.

Las siguientes 20 recomendaciones para investigadores y tomadores de decisiones de países occidentales se basan en los principios de respeto, asociación, consentimiento y beneficio mutuo:

- 1) Escuchar: ser un oyente activo, atento, imparcial y reflexivo. Evitar las comparaciones con el mundo occidental y, sobre todo, no sermonear. Intentar comprender los mensajes (a veces sutiles) que transmite la gente.
- 2) Sensibilidad cultural y aprendizaje: dedicar tiempo a conocer la cultura, la historia y las costumbres de las comunidades locales con las que piensa trabajar. Mostrar respeto por sus prácticas culturales, tradiciones y estructuras de gobierno.
- 3) Respeto de los conocimientos tradicionales: respetar y reconocer los conocimientos tradicionales. Esto incluye reconocer el valor de los conceptos tradicionales de sostenibilidad y valorar la sabiduría y la experiencia de los pueblos indígenas y las comunidades locales.
- 4) Respeto a la autonomía: reconocer y respetar la soberanía y la autodeterminación de las comunidades indígenas, afrodescendientes y locales. Deben tener derecho a tomar decisiones sobre sus propias tierras, recursos y desarrollo.
- 5) Diálogo abierto y colaboración: construir compromisos con las comunidades étnicas y locales en un espíritu de colaboración, que reconozca sus aportes y comentarios con el fin de trabajar juntos para desarrollar soluciones sostenibles.
- 6) Fomento de la confianza en las relaciones: generar confianza con los líderes locales y los miembros de la comunidad mediante una comunicación coherente y transparente. Evitar acercarse a las comunidades únicamente para obtener beneficios a corto plazo.
- 7) Prioridad al consentimiento informado: solicitar el consentimiento libre, informado y previo de las comunidades étnicas y locales antes de emprender proyectos o actividades que puedan afectarles. El consentimiento debe darse voluntariamente y sin coacción. Tener en cuenta que existen instrumentos legales para proteger los derechos de los pueblos indígenas y de las

2 Integrar los conceptos modernos y tradicionales de sostenibilidad en Colombia

comunidades negras, afrocolombianas, *raizales* y *palenqueras*, a través, entre otros, del desarrollo de consultas previas en sus respectivos territorios cuando se buscan desarrollar proyectos o actividades que podrían afectar sus formas de vida e integridad cultural, espiritual, social y económica.

- 8) Reparto de beneficios y compensación justa: garantizar que las comunidades locales se beneficien de cualquier proyecto o extracción de recursos en sus tierras. Negociar compensaciones justas, acuerdos de reparto de ingresos y oportunidades de empleo y desarrollo local.
- 9) Gestión medioambiental: comprometerse con prácticas sostenibles. Muchos pueblos indígenas y comunidades locales tienen una profunda conexión con su entorno natural y lo consideran sagrado. Se debe mostrar respeto por sus valores medioambientales y religiosos.
- 10) Participación de la comunidad: implicar a los miembros de la comunidad en todas las fases de planificación, ejecución y supervisión del proyecto. Sus conocimientos locales y tradicionales pueden ser muy valiosos para el éxito de los proyectos.
- 11) Preservación cultural: apoyar los esfuerzos para preservar y revitalizar las lenguas, tradiciones y prácticas culturales de pueblos indígenas y comunidades locales. Esto puede incluir la financiación de programas e iniciativas culturales.
- 12) Mecanismos de resolución de conflictos: establecer mecanismos claros y culturalmente adecuados para resolver las disputas o conflictos que puedan surgir durante la ejecución del proyecto, teniendo en cuenta los órganos de decisión de la comunidad.
- 13) Desarrollo de capacidades: capacitar a las comunidades locales para que participen plenamente en las iniciativas de sostenibilidad. Esto podría implicar proporcionar formación y recursos, y apoyar proyectos de sostenibilidad dirigidos por las comunidades locales.
- 14) Compromiso a largo plazo: comprometerse con la participación y las asociaciones a largo plazo. Evitar enfoques extractivos a corto plazo que podrían ser perjudiciales para el bienestar de la comunidad a largo plazo.
- 15) Adaptación a las circunstancias locales: reconocer que los pueblos indígenas, comunidades afrodescendientes y locales de Colombia son diversas, tienen diferentes lenguas, culturas e historias. Adapte su enfoque al contexto y las necesidades específicas de cada comunidad.
- 16) Apoyo al liderazgo local: reconocer y apoyar a los líderes e instituciones locales. Las estructuras de gobierno indígenas suelen desempeñar un papel central en la toma de decisiones.
- 17) Participación de ONG e intermediarios locales: trabajar con organizaciones no gubernamentales e intermediarios locales que tengan experiencia y credibilidad en el trabajo con las comunidades locales.
- 18) Evaluación y comentarios periódicos: evaluar continuamente el impacto de su compromiso con la participación de las comunidades para realizar los ajustes necesarios.
- 19) Transferencia de los resultados de la investigación a las comunidades locales: garantizar que los resultados de la investigación lleguen a las comunidades locales y las beneficien, especialmente en las regiones donde se realizó la investigación. Esto fomenta relaciones más inclusivas, respetuosas, duraderas y mutuamente beneficiosas que, en última instancia, mejoran el impacto y la relevancia de la investigación para las personas a las que afecta.

- 20) Actuar como embajadores responsables de los conceptos tradicionales de sostenibilidad en Colombia: los investigadores y tomadores de decisiones de países occidentales pueden desempeñar un papel crucial como embajadores de los conceptos de sostenibilidad en Colombia compartiendo sus conocimientos con un público más amplio en el Sur Global y el Norte Global respetando los protocolos culturales.

La sensibilidad cultural, el respeto y el compromiso de establecer asociaciones equitativas son esenciales para entablar relaciones significativas con los pueblos indígenas y las comunidades locales de Colombia. Aplicando estas estrategias, los grupos de interés de países occidentales pueden contribuir a unos esfuerzos de sostenibilidad más eficaces y culturalmente sensibles y al desarrollo de sociedades más sostenibles tanto en el Sur Global como en el Norte Global. Una de las claves para alcanzar estos objetivos es salvar la brecha entre los conceptos tradicionales y modernos de sostenibilidad encontrando el equilibrio adecuado entre los contextos global y regional, las visiones ecocéntricas y antropocéntricas, los derechos humanos y los Derechos de la Naturaleza, el crecimiento económico y los medios de subsistencia, y «el aquí y ahora» y los objetivos futuros.

2.7 Referencias

- Agnoletti, M. y A. Santoro. 2015. Valores culturales y gestión forestal sostenible: el caso de Europa. *Journal of Forest Research* 20 (5): 438–444. <https://doi.org/10.1007/s10310-015-0500-7>.
- Ariffin, Y. 2010. Sobre el alcance y los límites del imperialismo verde. *Revista de la Paz* 22 (4): 373–381. <https://doi.org/10.1080/10402659.2010.524558>.
- Asamblea General de la ONU. 1987. Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo: Nuestro Futuro Común, editado por la Asamblea General de la ONU. Nueva York.
- Avianca. 2023. Avianca para todos 2022. Informe de sostenibilidad. Obtenido de: <https://content.equisolve.net/avianca/db/2306/20857/pdf/2022+Avianca+Sustainability+Report.pdf> (Último acceso: 23/09/2023).
- Barbier, E. B. 1987. El concepto de desarrollo económico sostenible. *Environmental Conservation* 14 (2): 101–110. <https://doi.org/10.1017/S0376892900011449>.
- Barbosa, G. Silva, P. R. Drach y O. D. Corbella. 2014. Una revisión conceptual de los términos desarrollo sostenible y sostenibilidad. *Revista Internacional de Ciencias Sociales* 3 (2): 1–15.
- Ben-Eli, M. U. 2018. Sostenibilidad: definición y cinco principios básicos, una perspectiva sistémica. *Sustainability Science* 13: 1337–1343. <https://doi.org/10.1007/s11625-018-0564-3>.
- Bergesen, H. O. 1988. ¿El reformismo condenado al fracaso? Una mirada crítica a la estrategia promovida por la Comisión Brundtland. *International Challenges* 8 (2): 6–10.

2 Integrar los conceptos modernos y tradicionales de sostenibilidad en Colombia

- Bergmans, F. 2006. Integrating People, Planet and Profit. En: *Management Models for Corporate Social Responsibility*, editado por J. Jonker y M. de Witte. Berlín, Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/3-540-33247-2_14.
- Boyd, D. R. 2017. *Los derechos de la naturaleza: Una revolución legal que podría salvar el mundo*. ECW Press.
- Crosby, A. W. 1986. *Ecological Imperialism. The Biological Expansion of Europe, 900–1900*. New York: Cambridge University Press.
- de Freitas Netto, S. V., M. F. Falcão Sobral, A. R. Bezerra Ribeiro y G. R. da Luz Soares. 2020. Conceptos y formas de greenwashing: una revisión sistemática. *Environmental Sciences Europe* 32 (19). <https://doi.org/10.1186/s12302-020-0300-3>.
- Delmas, M. A. y V. Cuerel Burbano. 2011. Los impulsores del lavado verde. *California Management Review* 54 (1): 64–87. <https://doi.org/10.1525/cmr.2011.54.1.64>.
- Dorn, F. M. 2022. ¿Colonialismo verde en América Latina? Hacia una nueva agenda de investigación para la transición energética mundial. *European Review of Latin American and Caribbean Studies / Revista Europea de Estudios Latinoamericanos y Del Caribe* 114: 137–146. <https://www.jstor.org/stable/48712112>.
- Driessen, P. 2003. *Eco-imperialism: green power, black death*. Merril Press.
- Elkington, J. 1997. *Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business*. Oxford: Capstone.
- Escobar, A. 1999. *El final del salvaje*. Bogotá: CEREC, ICAN.
- Frame, M. 2021. Imperialismo ecológico: A Theoretical Overview. En: *The Palgrave Encyclopedia of Imperialism and Anti-Imperialism*, editado por I. Ness y Z. Cope, 693–704. Palgrave Macmillan, Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-29901-9_205.
- Gudynas, E. 2011 a. Desarrollo sostenible: una guía básica de conceptos y tendencias hacia otra economía. *Otra Economía* 4: 43–66. <https://doi.org/10.4013/1182>.
- Gudynas, E. 2011 b. Buen Vivir: El mañana de hoy. *Desarrollo* 54 (4): 441–447. <https://doi.org/10.1057/dev.2011.86>.
- Harrington, L. y M. Butler. 2016. Teoría de la sostenibilidad y consideraciones conceptuales: una revisión de las ideas clave para la sostenibilidad, y el contexto rural. *Papers in Applied Geography* 2 (4): 365–382. <https://doi.org/10.1080/23754931.2016.1239222>.

- Kates, R. W., W. C. Clark, R. Corell, J. M. Hall, C. C. Jaeger, I. Lowe, J. J. McCarthy, et al. 2001. Ciencia de la sostenibilidad. *Science* 292 (5517): 641–642. <https://doi.org/10.1126/science.1059386>.
- Martínez, D. y A. Irfan. 2021. Colonialismo, crisis climática y la necesidad de centrar las voces indígenas. *Environmental Health News*, 04/11/2021. <https://www.ehn.org/indigenous-people-and-climate-change-2655479728.html>.
- Nagendra, H. 2018. El sur global es rico en lecciones de sostenibilidad que los estudiantes merecen escuchar. *Nature* 557 (7706): 485–488. <https://doi.org/10.1038/d41586-018-05210-0>.
- Okitasari, M., M. Ranjeeta y M. Suzuki. 2022. Socio-Economic Drivers of Community Acceptance of Sustainable Social Housing: Evidence from Mumbai. *Sustainability* 14 (15): 9321. <https://doi.org/10.3390/su14159321>.
- Ordóñez, M. F., K. Shannon y V. d'Auria. 2022. The materialization of the Buen Vivir and the Rights of Nature: Rhetoric and Realities of Guayaquil Ecológico urban regeneration project. *City, Territory and Architecture* 9: 1. <https://doi.org/10.1186/s40410-021-00147-w>.
- Purvis, B., Y. Mao y D. Robinson. 2019. Tres pilares de la sostenibilidad: en busca de orígenes conceptuales. *Sustainability Science* 14: 681–695. <https://doi.org/10.1007/s11625-018-0627-5>.
- Ramsey, J. L. 2015. On Not Defining Sustainability. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 28: 1075–1087. <https://doi.org/10.1007/s10806-015-9578-3>.
- Redondo, J. M., C. Bustamante-Zamudio, J. Amador-Moncada y O. L. Hernández-Manrique. 2019. Análisis de la sostenibilidad del paisaje: Aproximación metodológica desde los sistemas dinámicos. *Revista de física. Serie de conferencias* 1414 (1): 012 010. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1414/1/012010>.
- Rodríguez-Fontalvo, D., E. Quiroga, N. M. Cantillo, N. Sánchez, M. Figueredo y M. Cobo. 2023. Potencial del hidrógeno verde en países tropicales: El caso colombiano. *International Journal of Hydrogen Energy* (en prensa). <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2023.03.320>.
- Ruggerio, C. A. 2021. Sostenibilidad y desarrollo sostenible: Una revisión de principios y definiciones. *Science of the Total Environment* 786: 147 481. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147481>.
- Said, E. W. 1993. *Culture and Imperialism*. Nueva York: Random House.
- Savel'yeva, T. 2017. Vernadsky conoce a Yulgok: un diálogo no occidental sobre sostenibilidad. *Filosofía y teoría de la educación* 49 (5): 501–520. <https://doi.org/10.1080/00131857.2016.1138851>.

2 Integrar los conceptos modernos y tradicionales de sostenibilidad en Colombia

Temper, L., M. Walter, I. Rodríguez, A. Kothari y E. Turhan 2018. Una perspectiva sobre las transformaciones radicales hacia la sostenibilidad: resistencias, movimientos y alternativas. *Sustainability Science* 13: 747–764. <https://doi.org/10.1007/s11625-018-0543-8>.

UNESCO. 2012. Educación para el desarrollo sostenible: libro de consulta. Educación para el desarrollo sostenible en acción: herramientas de aprendizaje y formación n° 4. París: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

Villalba, U. 2013. Buen Vivir vs Development: a paradigm shift in the Andes? *Third World Quarterly* 34 (8): 1427–1442. doi:10.1080/01436597.2013.831594.

WCED. 1987. Nuestro futuro común. Informe Brundtland. Brundtland.

White, M. A. 2013. Sostenibilidad: La reconozco cuando la veo. *Ecological Economics* 86: 213–217. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.12.020>.

Whitestone, M., K. Savic, D. Lovekin y E. He 2022. Capacitación y liderazgo indígena. Renewables in Remote Communities 2022 Conference: Informe resumido, 7–9. Pembina Institute. <http://www.jstor.org/stable/resrep43265.7>.

Yip, W. S., H. T. Zhou y S. To 2023. A critical analysis on the triple bottom line of sustainable manufacturing: key findings and implications. *Environmental Science and Pollution Research* 30: 41388–41404. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-25122-x>.

Zaharia, R. M. y R. Zaharia 2021. Triple Bottom Line. En: The Palgrave Handbook of Corporate Social Responsibility, editado por D. Crowther y S. Seifi, 75–101. Palgrave Macmillan, Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-42465-7_2.

Zidny, R., J. Sjöström y I. Eilks. 2020. A Multi-Perspective Reflection on How Indigenous Knowledge and Related Ideas Can Improve Science Education for Sustainability. *Science & Education* 29: 145–185. <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00100-x>.

3 ¿Cuál es el potencial de la biodiversidad y la bioeconomía en el siglo XXI?

Kwang-Zin Lee

Department of Pests and Vector Insect Control, Fraunhofer Institute for Molecular Biology and Applied Ecology IME, Giessen, Germany*

Con contribuciones editoriales de Claudia Wilke

3.1 Introducción y antecedentes

El siglo XXI se ha caracterizado por retos y oportunidades sin precedentes, que instan a la humanidad a replantearse su relación con el medio ambiente y sus recursos.

Una de las vías más prometedoras para el desarrollo económico y ecológico sostenible es la exploración de la biodiversidad y su uso sostenible en la bioeconomía. La biodiversidad abarca todos los organismos vivos y sus interacciones dentro de los ecosistemas (Keystone Center 1991; Noss y Cooperrider 1994; Wilson et al. 1988) y la bioeconomía, por su parte, es un modelo económico que utiliza recursos y procesos biológicos para generar valor, fomentando la innovación y abordando retos globales como el cambio climático, la seguridad alimentaria y la salud (Consejo Asesor Internacional de la Cumbre Mundial de la Bioeconomía 2020). En este capítulo profundizamos en el potencial de la biodiversidad y la bioeconomía para configurar el rumbo de nuestro mundo en el presente siglo.

* *Citación recomendada:*

Lee, K.-Z. 2024. ¿Cuál es el potencial de la biodiversidad y la bioeconomía en el siglo XXI? En: Uso equitativo y sostenible de los recursos biológicos en Colombia: del concepto a la práctica, editado por K.-Z. Lee, A. M. Aguirre Cañas, D. Morales y C. Bernal-Mattos, pp. 33–38. Stuttgart: Fraunhofer Verlag. <https://doi.org/10.24406/publica-3294>.

3.2 Biodiversidad: una riqueza de vida

La biodiversidad es la variedad de todos los organismos vivos que abarca un espectro diverso de animales, plantas, hongos, microorganismos y sus interacciones dentro de los ecosistemas. En el siglo XXI se ha destacado la importancia de la biodiversidad para el bienestar de nuestro planeta y de la humanidad. La biodiversidad da un apoyo esencial a todo lo que la naturaleza nos sustenta en servicios ecosistémicos como la polinización, la purificación del agua, la captura de carbono y el control de enfermedades, los cuales son la base de nuestras economías. Además, la biodiversidad sirve como fuente de compuestos naturales y recursos genéticos que pueden utilizarse para diversas aplicaciones en distintos campos que abarcan desde la medicina, la veterinaria, la biotecnología hasta la agricultura.

El potencial de la biodiversidad, especialmente en países megabiodiversos como Colombia, ofrece una vía para la identificación y extracción de recursos biológicos que impulsen la bioeconomía. A medida que revelamos los secretos de las especies y los ecosistemas, descubrimos nuevos materiales, tecnologías y soluciones sostenibles que pueden reconfigurar las economías industriales.

3.3 Bioeconomía: pioneros en prosperidad sostenible

La bioeconomía representa un enfoque transformador de la actividad económica, en el que los recursos y procesos biológicos se utilizan para un desarrollo sostenible. Se ha pronosticado que hasta «el 60% de los insumos físicos de la economía mundial podrían, en principio, producirse biológicamente» (Araya y Marber 2023). A diferencia de las economías tradicionales, que dependen en gran medida de los combustibles fósiles y los recursos finitos, la bioeconomía aprovecha los recursos biológicos renovables -plantas, animales, microorganismos- para obtener alimentos, materiales, energía, etc. Así, esta economía alinea el crecimiento económico con la protección del medio ambiente, ofreciendo una vía para mitigar el cambio climático y fomentar la resiliencia.

El éxito de la bioeconomía depende en gran medida de su integración con los avances tecnológicos. La biotecnología, impulsada por los conocimientos de la genómica y la biología sintética, permite la manipulación de organismos a nivel genético, dando lugar a innovaciones como los cultivos modificados genéticamente y productos biofarmacéuticos. Las tecnologías bioenergéticas, incluidos los biocombustibles y la generación de electricidad a partir de biomasa, ofrecen alternativas a los combustibles fósiles, al tiempo que mejoran la seguridad energética.

3.4 Agricultura sostenible y seguridad alimentaria

La biodiversidad es la base de la agricultura y los sistemas alimentarios. Citando a José Graziano da Silva, director general de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), «tenemos que innovar y transformar la agricultura. Es fundamental producir alimentos de forma que se preserve el medio ambiente y la biodiversidad. Seguir como hasta ahora ya no es una

opción». Las variedades de cultivos tradicionales y los parientes silvestres albergan diversos rasgos genéticos que pueden aumentar el rendimiento, mejorar la resistencia a las plagas e incrementar el valor nutritivo. Adoptar esta diversidad puede amortiguar las vulnerabilidades de los monocultivos y aumentar la seguridad alimentaria.

La agrobiodiversidad también proporciona una reserva de material genético para la mejora de cultivos y la innovación biotecnológica. Las técnicas de mejora genética de precisión nos permiten desarrollar cultivos resistentes al clima y ricos en nutrientes que satisfagan las necesidades nutricionales de una población mundial en crecimiento, minimizando al mismo tiempo el impacto ambiental. La agricultura sostenible es, por lo tanto, clave para revertir tendencias negativas como la pérdida de biodiversidad, la deforestación y los ecosistemas dañados.

3.5 Biomedicina e innovaciones sanitarias

La convergencia de la biodiversidad y la bioeconomía tiene implicaciones transformadoras para la biomedicina y la asistencia sanitaria. La biodiversidad sirve de fuente de compuestos bioactivos, muchos de los cuales se han explorado para el desarrollo farmacéutico. La mayoría de los nuevos fármacos de moléculas pequeñas (116 de 158) autorizados en Estados Unidos a finales de los noventa tienen su origen en la naturaleza (Stearns 2009). De igual manera, el rico tapiz de la vida marina ha producido compuestos con propiedades anticancerígenas, antimicrobianas y antiinflamatorias (Jiménez 2018). La bioeconomía acelera la transformación de estos descubrimientos en productos comercializables, ofreciendo nuevas posibilidades para el desarrollo de fármacos y de la medicina personalizada.

Además, los avances en genómica y biología sintética permiten la ingeniería de microbios para producir moléculas valiosas, desde la insulina hasta enzimas para procesos industriales. Las terapias a medida basadas en la información genética son cada vez más factibles, ofreciendo tratamientos más eficaces y menos invasivos. La sinergia entre la biodiversidad y la bioeconomía promete un futuro en el que la asistencia sanitaria no sólo será curativa, sino también preventiva y personalizada.

3.6 Conservación y consideraciones éticas

Aunque la biodiversidad y la bioeconomía encierran un inmenso potencial, su desarrollo debe guiarse por principios éticos y un compromiso con la conservación. La explotación no regulada de la biodiversidad puede provocar la destrucción de hábitats, la extinción de especies y la alteración de los ecosistemas. La dependencia de la bioeconomía de los recursos genéticos requiere marcos que garanticen un reparto equitativo de los beneficios, especialmente con las comunidades que han administrado estos recursos durante generaciones.

Los esfuerzos de conservación están cada vez más entrelazados con la bioeconomía. Las zonas protegidas salvaguardan la biodiversidad y sirven de laboratorios vivos para la bioprospección y

3 ¿Cuál es el potencial de la biodiversidad y la bioeconomía en el siglo XXI?

la investigación de ecosistemas. La incorporación de los conocimientos indígenas y las prácticas tradicionales a las actividades de investigación bioeconómica respeta la diversidad cultural y mejora la sostenibilidad de estos esfuerzos. Colombia ofrece una gran oportunidad y plataforma para vincular el conocimiento indígena con las actividades de investigación de la bioeconomía para el uso equitativo y sostenible de los recursos biológicos.

3.7 Colombia como modelo de biodiversidad y bioeconomía

Colombia es un excelente ejemplo de la sinergia potencial entre la conservación de la biodiversidad y el desarrollo de la bioeconomía. Es uno de los países más ricos en biodiversidad que posee una amplia gama de ecosistemas que van desde las selvas tropicales hasta los paisajes andinos de gran altitud, incluidas diversas regiones costeras. Esta biodiversidad constituye una fuente inestimable para la investigación científica, el desarrollo sostenible y las iniciativas bioeconómicas. En Colombia, la combinación de los conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas con los avances científicos modernos podría abrir el camino a enfoques innovadores en la utilización de los recursos biológicos. El país se ha convertido en un laboratorio en tiempo real para la investigación y la innovación, ofreciendo un modelo para armonizar el crecimiento económico con la conservación del medio ambiente.

3.8 Bioprospección y utilización ética de los recursos

El compromiso de Colombia con la bioprospección ética y sostenible es evidente en su enfoque del uso responsable de la biodiversidad. Al valorar y salvaguardar el conocimiento de las comunidades indígenas, Colombia ha establecido un marco que respeta las prácticas tradicionales y garantiza un reparto justo de los beneficios, como se ejemplifica más adelante en este libro. El país ha establecido áreas protegidas que no sólo sirven como puntos de interés para la conservación de la biodiversidad, sino que también actúan como laboratorios vivos para la bioprospección, la investigación científica y el seguimiento de los ecosistemas. Esta estrategia protege los ecosistemas vulnerables y proporciona una plataforma para comprender los usos potenciales de los diversos recursos biológicos.

3.9 Iniciativas gubernamentales y perspectivas de futuro

El compromiso de Colombia con la biodiversidad y la bioeconomía se ve reforzado por las políticas e iniciativas gubernamentales destinadas a preservar los ecosistemas, promover el desarrollo sostenible y fomentar la investigación científica. El gobierno ha puesto en marcha programas para apoyar la agricultura sostenible, los esfuerzos de conservación y la utilización ética de los recursos biológicos. De cara al futuro, Colombia tiene el potencial de servir de modelo mundial para la integración armoniosa de la conservación de la biodiversidad y el desarrollo económico. Así, el país da prioridad al uso ético de los recursos biológicos, fomentando la colaboración entre las distintas partes

interesadas e invirtiendo en investigación científica, reforzando aún más su papel como modelo de desarrollo sostenible en los ámbitos de la biodiversidad y la bioeconomía.

El modelo colombiano muestra cómo una nación rica en biodiversidad puede aprovechar sus recursos naturales de manera responsable, fomentando mejores prácticas mundiales para la utilización ética y sostenible de la diversidad biológica de una manera que beneficie tanto al medio ambiente como a la sociedad.

3.10 Conclusiones: un futuro bioinspirado

A medida que avanza el siglo XXI, el potencial de la biodiversidad y la bioeconomía para dar forma a nuestro mundo es cada vez más evidente. Desde la agricultura sostenible y la sanidad innovadora hasta las energías renovables y los materiales ecológicos, son conceptos que entrelazados ofrecen una hoja de ruta para alcanzar la prosperidad dentro de los límites mundiales. Sin embargo, comprender este potencial exige un enfoque holístico que valore la diversidad de la naturaleza, respete las normas éticas y dé prioridad a la sostenibilidad a largo plazo.

A medida que navegamos por las complejidades del mundo moderno, será crucial aprovechar los conocimientos que nos ofrece la naturaleza. La relación entre la biodiversidad y la bioeconomía puede servirnos de fuente de inspiración y guiarnos hacia un futuro en el que la humanidad prospere respetando la intrincada red de la vida que nos sustenta a todos. Alimentando esta relación, nos embarcamos en un viaje de descubrimiento, innovación y coexistencia que define la esencia de la narrativa evolutiva del siglo XXI.

3.11 Referencias

Araya, D. y P. Marber. 2023. Educación aumentada en la era global. La inteligencia artificial y el futuro del aprendizaje y el trabajo. Nueva York, Londres: Routledge, Taylor et Francis Group. <https://doi.org/10.4324/9781003230762>.

Consejo Asesor Internacional de la Cumbre Mundial de la Bioeconomía. 2020. Expansión de la Bioeconomía Sostenible. Visión y camino a seguir. Comunicado de la Cumbre Global de Bioeconomía 2020. Berlín. Obtenido de: https://gbs2020.net/wp-content/uploads/2020/11/GBS2020_IACGB-Communique.pdf.

Jiménez, C. 2018. Productos naturales marinos en química medicinal. *ACS Medicinal Chemistry Letters* 9 (10): 959–961. doi:10.1021/acsmchemlett.8b00368.

Centro Keystone. 1991. Final Consensus Report of the Keystone Policy Dialogue on Biological Diversity on Federal Lands: Keystone Center (Diálogo político Keystone). Obtenido de: <https://books.google.de/books?id=ZOgRuz3a7PMC>.

3 ¿Cuál es el potencial de la biodiversidad y la bioeconomía en el siglo XXI?

Noss, R. F. y A. Y. Cooperrider. 1994. Salvar el legado de la naturaleza. Proteger y restaurar la biodiversidad. Washington, D. C.: Island Press. ISBN: 9 781 559 632 485.

Stearns, S. C. 2009. Sostener la vida: cómo la salud humana depende de la biodiversidad. *Environmental Health Perspectives* 117 (6): A266.

Wilson, E. O. (Ed.) 1988. Biodiversity. Washington, D. C.: The National Academies Press.
<https://doi.org/10.17226/989>.

4 Uso justo y sostenible de los recursos biológicos terrestres en Colombia: el caso de los productos no maderables del bosque

Felipe García-Cardona

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia*

Con contribuciones editoriales de Claudia Wilke

4.1 Introducción

En sus casi 1 142 000 km², Colombia alberga una riqueza biológica excepcional. Su posición geográfica donde cruza la línea del Ecuador, lo convierte en un país tropical por excelencia. Además, es el único país de toda Sudamérica bañado por dos océanos, el Atlántico y el Pacífico. De igual manera, es cruzado por la cordillera de los Andes, que lo atraviesa de manera majestuosa de sur a norte desde el vecino país del Ecuador, donde una vez que entra a Colombia, se ramifica en tres imponentes cordilleras, la occidental, la central y la oriental, siendo esta última la que se adentra y termina en el vecino país de Venezuela.

Es así como dentro de esta complejidad de características geográficas, se forman cinco grandes regiones: el Caribe, el Pacífico, los Andes, la Orinoquía y la Amazonía. Estos grandes territorios se juntan en una geografía resistente y compleja, donde al final de la conjunción de una región con la otra, ha permitido que exista un intercambio genético único entre las especies. Dicha mezcla le ha derivado a Colombia el alojar dos de los «hotspots» de biodiversidad conocidos a nivel mundial: los Andes tropicales, en la comunión que se forma en lo hoy conocido como «Colinas amazónicas», y el

* *Citación recomendada:*

García-Cardona, F. 2024. Uso justo y sostenible de los recursos biológicos terrestres en Colombia: el caso de los productos no maderables del bosque. En: *Uso equitativo y sostenible de los recursos biológicos en Colombia: del concepto a la práctica*, editado por K.-Z. Lee, A. M. Aguirre Cañas, D. Morales y C. Bernal-Mattos, pp. 39–52. Stuttgart: Fraunhofer Verlag. <https://doi.org/10.24406/publica-3295>.

4 Uso justo y sostenible de los recursos biológicos terrestres en Colombia

Choco biogeográfico (CEPF 2023), en la unión que hacen el Pacífico con los Andes en el conocido como «Andén pacífico», que inicia en el Ecuador y termina en el país vecino de Panamá.

Esta condición excepcional de ecosistemas entre estos mares, cordilleras y ecosistemas únicos ha dado como resultado una biodiversidad magnífica. Hoy en día, es posible afirmar que Colombia es el segundo país a nivel mundial en biodiversidad con más de 75 157 especies observadas en su territorio (SiB Colombia 2023). A pesar de que el primer lugar en biodiversidad a nivel mundial se lo lleva el país vecino de Brasil, este país cuenta con casi ocho veces el territorio de Colombia. Por lo tanto, Colombia se constituye como el primer país en biodiversidad por kilómetro cuadrado.

Desde la capital de Colombia, Bogotá, ubicada en la mitad del país, y sobre una gran meseta en la imponente cordillera oriental de los Andes, la Sabana de Bogotá, es posible alcanzar en menos de una hora en avión comercial sus otras cuatro grandes regiones: el Pacífico hacia el occidente, el Caribe hacia el norte, la Orinoquía hacia el nororiente y la Amazonía hacia suroriente. Algo imposible de hacer, en cualquier otro país suramericano.

En Colombia, es posible encontrar 314 tipos de ecosistemas (Minciencias 2016). Estos van desde el nivel del mar, hasta los casi 5775 m. s. n. m. en su pico más alto, siendo el pico Simón Bolívar en la Sierra Nevada de Santa Marta, el macizo montañoso más cercano al mar a nivel mundial. De igual manera, la cordillera central de Los Andes Colombianos se alza imponente sobre las otras dos, alcanzando a tener varios glaciales a más de 5000 metros de altura, sobresaliendo el Volcán Nevado del Huila que se alza hasta los 5364 m. s. n. m.

Dentro de esa diversidad de ecosistemas, sobresale, precisamente en los Andes de Colombia, el páramo. Este ecosistema que ha fascinado a propios y extraños, se alza entre los 3000 y los 4000 m. s. n. m, alcanzando una extensión de unos casi tres millones de hectáreas en 37 complejos (Minambiente 2018). El 50% de los páramos del mundo se encuentra en Colombia.

Gracias a este ecosistema y a sus complejas estructuras, en sus primeros 30 cm, se alcanza a retener el agua en más del 61% del volumen total del suelo (Díaz-Granados Ortiz et al. 2005), para posteriormente distribuirla lentamente. Esto ha permitido que los colombianos hayan utilizado este beneficio como parte de su desarrollo. El 70% de los colombianos depende de la capacidad de este ecosistema de regular el agua para su uso diario para obtener agua potable, y para la generación de energía (WWF Colombia 2018). Los páramos de los Andes permiten capturar el agua que viene a través de los conocidos como «ríos voladores» del pacífico colombiano y principalmente de la Amazonía.

El páramo es el hogar de una gran cantidad, no solamente de especies de plantas, sino de mamíferos e invertebrados, muchos de ellos endémicos del mismo. Dentro de este ecosistema se destaca especialmente una especie de planta: el frailejón, *Espeletia*. De esta contamos con casi 92 especies diferentes en Colombia (Humboldt 2022), muchas de ellas endémicas. Su estructura compleja permite que a través de sus hojas, que parecen terciopelos, se capturen las gotas de rocío que circulan por el aire. Como resultado de la evolución, la planta se ha adaptado a vivir en ambientes

frío extremo; estas adaptaciones le permiten cumplir con la función de regular el agua, a la par de crecer lentamente.

Los páramos han sido el hogar también de otra especie carismática, conocida a nivel mundial, el oso andino, *Tremarctos ornatus*. Esta especie recorre los páramos en las tres cordilleras y ha podido conservarse principalmente gracias a la creación de varios parques nacionales naturales, que fueron creados para proteger principalmente los páramos, que surten con su agua los principales acueductos e hidroeléctricas del país. Es en el páramo de Chingaza, parque natural de más de 77 393 hectáreas donde se han podido registrar poblaciones de oso andino en Colombia de una manera sistemática (PNN Colombia 2018), producto de los esfuerzos de conservación del Estado y de varias ONG a lo largo de varias décadas.

Colombia, después de Brasil, es el país que ostenta la mayor diversidad de plantas en el mundo, con más de 37 600 especies observadas en su territorio (SiB Colombia 2023). Esta biodiversidad se expresa a lo largo y ancho del país en los diferentes ecosistemas, pero es en esa combinación de esta diversidad biológica, junto con la del conocimiento tradicional, donde se convierte en una mezcla poderosa.

Colombia es un país no solamente rico en recursos biológicos, sino en diversidad cultural. Más de 112 pueblos indígenas (Comisión de la Verdad 2023), con alrededor de 70 lenguas diferentes (ONU Colombia 2021), han poblado milenariamente estas cinco regiones, donde podemos encontrar como resultado, un conocimiento tradicional sobre esta diversidad verdaderamente único.

En Colombia, es posible afirmar que 7472 especies tienen algún tipo de uso documentado (Díaz-granados 2022). No obstante, sorprende que de este conocimiento, más del 68,3% corresponde a algún tipo de uso medicinal y un 50,9% de uso alimenticio (Quiñonez-Hoyos 2021). Los bosques colombianos suman actualmente, pese a la altísima deforestación que se ha tenido por siglos, casi 60 millones de hectáreas que equivalen a un 52% de su territorio (IDEAM 2021).

Los bosques no solo han sido la «farmacia» de los pueblos indígenas por milenios, sino también su «supermercado». Los bosques colombianos han sido tan ricos que han podido acoger a las comunidades afrodescendientes que llegaron desde África y se acentaron en el pacífico colombiano.

Fue en ese territorio donde encontraron condiciones semejantes a las de su continente de origen, por lo que decidieron asentarse en él, manteniendo así muchas de sus costumbres y convirtiendo sus ríos y sus bosques en su despensa, y en su medicina. Hoy en día, el pacífico colombiano sigue siendo habitado mayoritariamente por comunidades negras, quienes son sus principales dueños y pobladores, con 5,6 millones de hectáreas y 298 Consejos Comunitarios, gracias a la Ley 70 de 1993 (Comisión de la Verdad 2021).

No obstante, es importante reconocer que de esos 60 millones de hectáreas con las que cuenta Colombia, el 60% se encuentran en la Amazonía colombiana (IDEAM 2021). Este territorio es

4 Uso justo y sostenible de los recursos biológicos terrestres en Colombia

compartido en nuestras fronteras con cuatro países hermanos: Ecuador, Perú, Brasil y Venezuela. La Amazonía es el territorio de los pueblos indígenas quienes, muchos de ellos, no tienen estas fronteras y comparten su territorio, lengua y cultura con sus hermanos en estos otros países.

En Colombia, los pueblos indígenas son los dueños tradicionales y reconocidos de este territorio y han podido, a través del conocimiento tradicional, conservar los recursos contenidos en ellos pese a las grandes presiones y amenazas que los han venido afectando a lo largo de décadas.

Es el conocimiento tradicional el que permite hoy en día reconocer más de 2286 especies con usos documentados en este territorio amazónico (Cárdenas-López 2022), donde sobresale la categoría de flora silvestre, o de los conocidos hoy como productos no maderables del bosque. Los pueblos indígenas han cosechado los bosques sin destruirlos milenariamente. Si existe alguien que nos pueda enseñar como adaptarse al cambio climático, sin duda, son los pueblos indígenas de la Amazonía. Su relación con el bosque no solamente es material, medicinal y alimentaria, sino también espiritual.

Los indígenas de la Amazonía han encontrado en varias de sus plantas una fuente de poder. Dentro de esto se destaca el famoso bejuco: la ayahuasca, *Banisteriopsis caapi*. Esta planta sagrada congrega hoy en día a pueblos indígenas de cinco países: Perú, Ecuador, Venezuela, Brasil y Bolivia, quienes han desarrollado su poder espiritual y tradiciones alrededor de esta planta (Trujillo et al. 2010). Los médicos tradicionales han encontrado en ella una forma de sanar no solamente el cuerpo, sino el espíritu.

El famoso biólogo y entomólogo Edward O. Wilson planteó en una frase todo el potencial que la riqueza en biodiversidad tiene para Colombia: «La biodiversidad es para Colombia, lo que el petróleo para Arabia Saudita». Si bien esta es una buena referencia, en Colombia, se está lejos de reconocer la realidad de esa frase, pues al contrario, los bosques han sido tradicionalmente un obstáculo para el desarrollo del país. Solo basta mirar las cifras de deforestación de los últimos 20 años, ya que se han perdido más de 3 millones de hectáreas (Minambiente 2022).

Para tener un indicativo de lo que significa esta cifra, Costa Rica, país megadiverso que ha hecho de la biodiversidad y sus bosques parte de su narrativa de desarrollo, tiene 3 millones de hectáreas (Statista 2023). Es decir, en Colombia, en los últimos 20 años, hemos destruido lo que un país como Costa Rica ha venido atesorando y convirtiendo en su principal patrimonio en los últimos cuarenta años. ¿Cuál es el origen de esta realidad? ¿Por qué en Colombia la destrucción de los bosques se convirtió en parte del paisaje? ¿Por qué las comunidades locales le han otorgado tan poco valor a este recurso?

4.2 Un vistazo a la historia de la pérdida de bosques en Colombia

En Colombia, los bosques han sido vistos a lo largo de su historia, primero como una fuente de energía, y segundo, como un obstáculo para desarrollarse.

La deforestación comienza alrededor del río Magdalena. Los bosques a lo largo de este río, la principal «arteria» colombiana, fue la fuente principal para los bosques se erigían a su alrededor y que estos sirvieran como fuente de energía para mover los barcos que transportaban pasajeros y carga a lo largo del río. De esta manera se podía alcanzar el centro del país, a través de los principales puertos sobre el río con destino a los puertos en el caribe en ambas vías (Davis 2020).

El crecimiento de ciudades como Bogotá, que fue la capital de la Gran Colombia en 1819, se dio con el deterioro y deforestación previo de los humedales, bosques altoandinos que rodeaban la sabana de Bogotá Sabana bogotana. Esta ciudad creció y fue consumiendo los bosques que la rodeaban, especialmente como fuente de leña para construcción y muebles, pero también para establecer cultivos y pastos para la ganadería (Gallo 2021). Este modelo se replicó a lo largo de las principales ciudades del país que fueron consolidando posteriormente la República de Colombia.

La necesidad de tierras para la ganadería y la agricultura se convirtió en la gran enemiga de los bosques a medida que Colombia crecía como república. Por ello, uno de los primeros esfuerzos de reforma agraria que se da, fue en el año 1874 con la Ley 61, la misma plantea que *«todo individuo que ocupe terrenos incultos pertenecientes a la nación, a los cuales no se les haya dado aplicación especial por la ley, y establezca en ellos habitación y labranza, adquiere derecho de propiedad sobre el terreno que cultive, cualquiera que sea su extensión»*.

Esta ley se constituyó en una licencia para la deforestación en Colombia e instauró en el país una narrativa de «mejoras» que aún persiste en Colombia. Este concepto les ha permitido a los colombianos talar el bosque incluso después de 150 años (Novoa 2021). Muchas de las transacciones que se hacen sobre los predios, corresponden a avalúos que se hacen sobre las «mejoras» que han tenido los predios.

Tras de esta ley y de los esfuerzos posteriores que el país ha hecho por reforma agraria, se generó el concepto de frontera agropecuaria en Colombia. Una frontera que se ha venido expandiendo a lo largo de los años, e inclusive muy recientemente, en el año 2018, se generó un nuevo mapa de la frontera agropecuaria que tiene como límite los bosques de la Amazonía y parte de la Orinoquía, lo que corresponde a casi 37 millones de hectáreas, el 32% del país (UPRA 2018).

En Colombia, se generó una industria detrás de la destrucción de los bosques a través de la conocida «roza, tumba y quema», que simplemente consiste en tumbar el bosque maduro; se deja secar aprovechando los meses de sequía y, posteriormente, se quema (Gamero-Gamero 2020). Es así como en la medida que se establecen vías se ha facilitado la expansión de esta frontera agrícola de manera cíclica, año a año, a lo largo de todo Colombia.

Esta expansión ha venido acompañada en muchos territorios, de cultivos ilícitos, de minería ilegal y de invasión de áreas que han sido declaradas como Reservas Forestales, Ley 2ª de 1959 (Minambiente 1959), o inclusive los mismos parques nacionales naturales (Novoa 2021).

4 Uso justo y sostenible de los recursos biológicos terrestres en Colombia

Posteriormente, el conflicto armado colombiano que inició en la década de los 1950, encontró en estos territorios de frontera agropecuaria y en las áreas más selváticas del país, el lugar perfecto para establecerse. La apropiación de tierras se constituyó como el factor de producción para el establecimiento de pasturas para ganadería (Novoa 2021).

Hoy en día en Colombia se tienen más de 39 millones de hectáreas de pasturas para la ganadería (DANE 2019). Para ponerlo en ordenes de magnitud, un territorio un poco mayor a la extensión de Alemania se utiliza hoy en día para ganadería en Colombia con un manejo ineficiente, donde se tienen únicamente 29 millones de cabezas de ganado, siendo esto menos de un animal por hectárea (Contexto Ganadero 2023).

Dado al manejo ineficiente de este sistema de producción en lugares no aptos para esta actividad, como las laderas de los Andes, la misma ha degradado más de 26 millones de hectáreas de tierra, casi un 70% del área que ha sido dedicada (IDEAM 2017). Esta cifra resulta penosa si se compara con el objetivo que se tenía inicialmente de que la ampliación de la frontera agrícola, donde se buscaba establecer áreas para cultivo.

Hoy en día, Colombia cuenta únicamente con 5,3 millones de hectáreas dedicadas a cultivos permanentes y transitorios (DANE 2019). Ecuador, por ejemplo, un país con una cuarta parte de la extensión territorial de Colombia, dedica casi 4,9 millones de hectáreas para esta actividad.

En resumen, la distribución en el uso de la tierra en Colombia deja ver el siguiente panorama: el 52% del territorio está cubierto por bosques, un 34% está cubierto por pasturas para una ganadería tradicional y un 5% ésta cubierto por cultivos transitorios y permanentes.

En términos de aporte al Producto Interno Bruto, PIB, siete departamentos donde se ubica la gran mayoría de bosques en Colombia (Caquetá, Putumayo, Amazonas, Vaupés, Guaviare, Guainía y Vichada), es donde se concentra el capital natural, aportando algo menos del 1,1% al PIB (DANE 2022). El 34% del territorio donde se encuentran las pasturas para la ganadería bovina le aportan el 1,7%, y el 5,3% del área dedicada a los cultivos aporta un 6,7% al PIB (Contexto Ganadero 2023) y le generaron exportaciones al país por casi 7700 millones de dólares en el año 2022 (Altamar Perez 2023).

Una de las razones que explica la deforestación en Colombia, es la falta de valor que se le asigna al bosque y la falta de una propuesta de uso sostenible de los mismos. A lo largo de la historia, apropiarse de la tierra, es el mayor incentivo que tienen quienes deforestan, por lo que hacen sobre territorios que para ellos en su imaginario, no tienen ningún valor.

En conversaciones con autoridades del departamento del Caquetá, se evidenciaba como una hectárea de bosque puede costar un millón de pesos, a diferencia de una hectárea con una pastura establecida para la ganadería que puede costar cinco millones de pesos.

En Colombia, la conservación de los bosques se ha dado desde una mirada conservacionista, sin ver en ellos una posibilidad de desarrollo. Desde el establecimiento de los parques nacionales naturales, éstos tienen el carácter de «inalienables, de inembargables y de imprescriptibles». Esto último, de acuerdo al artículo 63 de la Constitución Política de Colombia, CPC, de la titulación de los resguardos indígenas (artículo 329 CPC) y de los territorios colectivos de las comunidades negras (artículo 55 transitorio CPC).

Hoy en día se protegen muchos de los bosques en el país, incluyendo algunos territorios donde se da un traslape entre parques nacionales y resguardos indígenas, evidenciando que lo que se espera es que estas comunidades se conviertan en «guardianes» de estos territorios por sus formas tradicionales de manejo.

4.3 ¿Cómo generarle un mayor valor al bosque?: productos no maderables del bosque

Uno de los grandes cuestionamientos que se intenta resolver es: ¿cómo generarle un mayor valor al bosque? La respuesta apunta a que ese valor parta de mayores posibilidades de uso sostenible, que se convierta en una alternativa económica para los actores en el territorio, y que sea visto como una potencial fuente de ingreso, y de generación de riqueza.

La pregunta es difícil de resolver en el contexto del territorio colombiano, dado que pasa primero por generar un cambio en el imaginario que se tiene frente a los mismos. Colombia lleva casi 150 años, con la narrativa de que para tener un título de propiedad, se debe «mejorar esas tierras incultas», es decir, rozar, tumbar, quemar y establecer pasturas.

El cambio debería comenzar primero por reconocer el valor de los bosques a partir de la biodiversidad contenida en los mismos. Los bosques naturales tropicales colombianos son ricos no solamente en madera, sino también en los conocidos como «productos no maderables del bosque», PNMB, como la fauna que hace parte de los mismos, los hongos, los artrópodos y microorganismos, y en toda su riqueza de diferentes especies.

Dado que los bosques tropicales son un arreglo majestuoso de biodiversidad, la siguiente pregunta que podemos plantearnos sería: ¿cómo aprovechar los bosques sin destruirlos? Responder esta pregunta requiere primero de datos, información y conocimiento, tanto de los diferentes ecosistemas, como de las especies contenidos en ellos.

Cada región en Colombia tiene condiciones muy diferentes, ya que no es lo mismo un bosque húmedo del pacífico colombiano, que un bosque seco tropical del caribe colombiano, ni de un bosque altoandino de los Andes. Comencemos respondiendo esta pregunta cambiando el paradigma, cambiando el término de «bosques conservados intocables», por el de «bosques sostenibles productivos».

4 Uso justo y sostenible de los recursos biológicos terrestres en Colombia

Los bosques biodiversos en Colombia no son vistos ni entendidos como ecosistemas productivos. Es así como el concepto de los PNMB, encuentra pleno terreno en la normativa colombiana, en el Decreto 690 del 2021. En este decreto, los PNMB se definen como «*bienes de origen biológico distintos de la madera y de la fauna, que se obtienen de las variadas formas de vida de la flora silvestre, incluidos los hongos, y que hacen parte de los ecosistemas naturales*». Anteriormente, se introdujo el concepto de flora silvestre en el Decreto 2811 de 1974 sin una clara definición, siendo hasta el Decreto 690 donde se incluye la siguiente definición: «*conjunto de especies e individuos vegetales del territorio nacional que no se han plantado o mejorado por el hombre, presentes en ecosistemas naturales diferentes al bosque natural. Incluye la flora acuática*».

Resulta evidente en la historia, como se ha tenido una mirada únicamente de conservación en los bosques naturales. La responsabilidad en su manejo y administración recayó en Ministerio de Ambiente a partir de la Ley 99 de 1993, siendo responsable únicamente el Ministerio de Agricultura de las plantaciones forestales.

No han existido en Colombia instituciones que promuevan el manejo de los PNMB, ni una oferta tecnológica que le permita a los pobladores siquiera pensar en su uso. Tampoco existen líneas de crédito para incentivar el desarrollo de proyectos. Los bosques naturales en Colombia son prácticamente huérfanos desde una mirada del desarrollo.

Si en Colombia se quiere establecer una pastura, sembrar un cultivo de palma, o establecer un monocultivo de arroz, no se necesita pedir ningún tipo de autorización, ya que la decisión depende del propietario de la tierra o del inversionista. Para esto, se cuenta con paquetes tecnológicos, muchos de ellos validados y promovidos por gremios e instituciones, líneas de crédito ofrecidas por el estado, y al alcance únicamente con garantías que se pueden adquirir si se es propietario legítimo de dicho predio, donde igual se les apoya con la comercialización de las cosechas.

En cambio, si una persona, individuo u organización quiere «cosechar» los PNMB de una especie en particular, y es propietario de dicho predio, debe solicitar un *permiso de uso y aprovechamiento* ante la Corporación Autónoma Regional, CAR, de la jurisdicción donde se encuentra el predio.

El Decreto 690 del 2021 habilitó la posibilidad de que, si la CAR respectiva cuenta con un *protocolo de uso y aprovechamiento* de esa especie en particular que se desea «cosechar», el propietario del predio puede solicitar el permiso en el marco de dicho protocolo. Si la CAR no cuenta con el protocolo, el propietario del predio debe elaborar un *estudio técnico* sobre el aprovechamiento que quiere realizar y presentarlo de manera directa a la CAR.

Actualmente, ninguna CAR tiene dichos *protocolos de uso y aprovechamiento*, lo que obliga a cualquier propietario a realizar el *estudio técnico*. Este estudio tiene estándares que solo pueden ser cumplidos por empresas con la capacidad técnica y financiera para elaborarlo.

En Colombia no existen lo que se denominan ofertas tecnológicas para hacer uso de los PNMB. Resulta contradictorio que un país con sesenta millones de hectáreas de bosque no cuente todavía con la posibilidad de ofrecerle a los ciudadanos alternativas tecnológicas para aprovechar el bosque.

De igual manera, el sistema financiero tampoco cuenta con líneas creadas para los PNMB. Por lo tanto, la financiación recae totalmente a cuenta y riesgo del propietario o del inversionista. Ese propietario no cuenta con una institución que lo represente, por lo que no existen agremiaciones que se conviertan en interlocutores válidos ante las diferentes instituciones en el país que tengan una vocería para el aprovechamiento de este tipo de recursos.

Con este panorama, quienes invierten en este tipo de iniciativas lo hacen por una convicción, o un sentido de emprendimiento ambiental y social particular, dado que se encuentran en absoluta desventaja frente a quien quiere emprender en el sector agropecuario tradicional. ¿Qué debe darse si queremos hacer un uso justo y sostenible de esos recursos biológicos no maderables del bosque?

4.4 Reflexiones finales: un largo camino por recorrer

La mirada que tenemos de los bosques en Colombia ha estado centrada en sus servicios ecosistémicos, principalmente como reguladores hídricos por la captura de carbono y por su valor paisajístico. Esto ha generado desde la política pública una intención de financiar su conservación a través de diversos mecanismos como los pagos por servicios ecosistémicos.

Esta intención ha sido desarrollada normativamente a través del Decreto 1007 de 2018 que establece el «*incentivo de pago por servicios ambientales*». La falta de conocimiento de la biodiversidad contenida dentro de los bosques y las posibilidades de uso de los mismos es desconocida para la mayoría de los habitantes de Colombia.

Sin embargo, las comunidades originarias del país desde tiempos precolombinos hicieron un uso permanente y tradicional de los frutos, semillas, exudados, resinas, materiales, etc., contenidos en los bosques. Los bosques fueron su despensa de medicinas, alimentos, bebidas, cosméticos, materiales para construir, entre otros.

Lo anterior es explicado por el alto conocimiento tradicional que se tiene en Colombia, donde hay catalogadas 7472 especies de plantas con algún tipo de uso (Diazgranados 2022). El principio de los PNMB parte de concebir los bosques naturales biodiversos también como despensas que se puedan cosechar sin destruirse.

Cada especie útil del bosque es un universo de información y de conocimiento que requiere ser documentada y a partir de ese conocimiento podemos construir ofertas tecnológicas para su uso. De este principio, surgieron iniciativas donde las mismas comunidades que viven en los bosques han podido establecer estándares de aprovechamiento de los PNMB.

4 Uso justo y sostenible de los recursos biológicos terrestres en Colombia

Como ejemplo, tenemos el caso de dos especies de plantas hermanas, la *Euterpe Oleracea* en el pacífico colombiano o naidí y la *Euterpe precatoria* en la Amazonía o asaí. De estas dos especies se cosechan dos productos principalmente: el palmito y la pulpa, que tienen un mercado que ha crecido a nivel nacional e internacional por sus valores nutricionales.

En Colombia, el primer permiso de uso y aprovechamiento otorgado bajo el marco del Decreto 690 de 2021 se otorgó para el uso y aprovechamiento del naidí para una comunidad del Pacífico colombiano, bajo la Resolución 0750 de la CVC (Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca) de diciembre 16 del 2021. Dicho aprovechamiento, mostró un camino factible para las comunidades en el uso de los productos no maderables del bosque a través de la combinación de un conocimiento tradicional y un conocimiento científico.

Las posibilidades que tienen los productos no maderables del bosque en Colombia son enormes. La diversidad de ecosistemas y de comunidades que han hecho un uso tradicional de los mismos resulta en una mezcla virtuosa.

Lo anterior requiere del incentivo al modelo de cadenas de valor, que permita promover estos aprovechamientos y que las comunidades comiencen a recibir un ingreso por esos bosques que han conservado de manera tradicional. En Colombia, las comunidades son vistas como guardianas de sus bosques, sin embargo no se considera que puedan ser beneficiadas por su uso y aprovechamiento a través del uso sostenible de los PNMB.

Esto se debe fomentar a partir del conocimiento y la innovación del modelo de cadenas de valor, para generar condiciones donde estas comunidades construyan condiciones de competitividad para que el uso de estos productos y les genere unos beneficios económicos tangibles.

El caso de las plantas hermanas, naidí y asaí, ilustra la necesidad que tienen las comunidades de contar con buenas prácticas de extracción del recurso dadas las condiciones de altura a la que se da la cosecha de sus frutos. Se requieren centros de acopio, donde se puede procesar el palmito o se pueda despulpar la semilla, condiciones de refrigeración de los productos, para crear una cadena de frío de los mismos, y condiciones de transporte de los productos, para que puedan enlazarse en la cadena con transformadores y comercializadores.

Para estos productos provenientes de la *Euterpe oleracea* y la *Euterpe precatoria* existe un mercado de bebidas y alimentos nutraceuticos de cosmética natural a nivel nacional e internacional que ha venido creciendo y constituye una oportunidad de generar ingresos para muchas comunidades en el Pacífico colombiano y en la Amazonía.

Actualmente, existen varios contratos de compra para estos productos. El mismo mercado se ha encargado de jalonar estas cadenas de valor. Un ejemplo es la empresa Corpocampo (<https://corpocampo.org/>), es un ejemplo de una organización de más de quince años, que ha venido invirtiendo a este tipo de productos y mercados mostrando resultados positivos de ingreso para las comunidades locales.

El camino para un uso justo y sostenible de los bosques en Colombia apenas comienza. Si bien las posibilidades son enormes ante la oferta natural que se tiene en términos de magnitud y diversidad, por ahora lo que se tiene son algunos pilotos e iniciativas a lo largo del país construyendo dicho camino. Colombia tiene todavía una visión muy limitada de sus territorios rurales, en especial de sus bosques. Solamente en el último año las cifras de deforestación alcanzaron las 130 000 hectáreas. Cambiar el paradigma de que los bosques ofrecen una posibilidad de uso y aprovechamiento sostenible no es sencillo. Este reto requerirá de grandes inversiones en ciencia e innovación, gobernabilidad y asociatividad, y posibilidades de financiamiento acorde a las condiciones de los territorios.

4.5 Referencias

- Altamar Perez, N. 2023. Exportaciones agrícolas crecieron 44% en dos años, con ventas por US\$ 14 153 millones. *Agronegocios* 22/02/2023. Obtenido de: <https://www.agronegocios.co/agricultura/exportaciones-agricolas-de-colombia-y-su-crecimiento-3551230#:~:text=Las%20exportaciones%20agr%C3%ADcolas%20han%20tenido,%2C8%25%20respecto%20a%202021> (Último acceso: 30/09/2023).
- Cárdenas-López, D., N. Castaño-Arboleda, N. Marín-Canchalá y A. Barona-Colmenares. 2022. Useful plants of the Colombian Amazon. En: *Catalogue of Useful Plants of Colombia*, editado por R. Negrão et al., 93–101. London: Royal Botanic Gardens, Kew Publishing. ISBN: 978–1 842 467 749.
- Critical ecosystem partnership fund (CEPF). 2023. Explore the biodiversity hotspots. Obtenido de: <https://www.cepf.net/our-work/biodiversity-hotspots> (Último acceso: 20/08/2023).
- Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR). 2023. Forests and non-timber forest products. Obtenido de: <https://www.cifor.org/Publications/Corporate/FactSheet/ntfp.htm> (Último acceso: 20/08/2023).
- Comisión de la verdad. 2021. La propiedad colectiva del pueblo negro cumple 27 años. Obtenido de: <https://web.comisiondelaverdad.co/actualidad/noticias/ley-70-propiedad-colectiva-del-pueblo-negro-cumple-27-anos#:~:text=La%20Ley%2070%20de%201993,fundamentales%20de%20la%20poblaci%C3%B3n%20afrocolombiana> (Último acceso: 30/09/2023).
- Comisión de la verdad. 2023. ¿Quiénes son los Pueblos Étnicos? Obtenido de: <https://www.comisiondelaverdad.co/quienes-son-los-pueblos-etnicos> (Último acceso: 20/08/2023).
- Contexto Ganadero. 2023. La ganadería, un sector que pesa más que el cafetero en la economía: Beltrán. Obtenido de: <https://www.contextoganadero.com/economia/la-ganaderia-un-sector-que-pesa-mas-que-el-cafetero-en-la-economia-beltran> (Último acceso: 30/09/2023).

4 Uso justo y sostenible de los recursos biológicos terrestres en Colombia

Davis, W. 2020. Magdalena: river of dreams. First edition. New York: Alfred A. Knopf, 404 pp. ISBN: 9780375410994.

Departamento Administrativo de la Función Pública. 1974. Decreto 2811 de 1974. Obtenido de: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1551>. (Último acceso: 20/08/2023).

Departamento Nacional de Estadística (DANE). 2019. Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA). 2019. Boletín Técnico. Bogotá, Colombia, 88 pág. Obtenido de: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/enda/ena/2019/boletin_ena_2019.pdf (Último acceso: 30/09/2023).

Departamento Nacional de Estadística (DANE). 2022. Producto Interno Bruto por departamento, Base 2015. 12 agrupaciones. En: Secciones CIU Rev. 4 A. C. Bogotá, Colombia.

Díaz-Granados Ortiz, M. A., J. D. Navarrete y T. Suárez López. 2005. Páramos: hidrosistemas sensibles. *Revista de Ingeniería* 1 (22): 64–75. <https://doi.org/10.16924/revinge.22.8>.

Diazgranados, M. 2022. A taxonomic summary of useful plants in Colombia. En: Catalogue of Useful Plants of Colombia, editado por R. Negrão et al., 135–147. London: Royal Botanic Gardens, Kew Publishing. ISBN: 978–1 842 467 749.

Gallo, L. 2021. Permanencias y transformaciones: el territorio muisca en la Sabana de Bogotá en la segunda mitad del siglo XVI. *Anuario Colombiano de Historia Social y de la Cultura* 48 (2): 363–398. <https://doi.org/10.15446/achsc>.

Gamero-Gamero, A., J. Delgadillo-Martínez, J. Cortés-Flores, J. Velasco-Velasco y C. Velasco-Cruz. 2020. Propiedades del suelo afectadas por el tiempo de descanso en un sistema de roza-tumba-quema. *Ecosistemas y recursos agropecuarios* 7 (1): e2098. <https://doi.org/10.19136/era.a7nl.2098>.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM). 2017. El 40 por ciento del territorio colombiano tiene algún grado de erosión. Obtenido de: http://ideam.gov.co/web/sala-de-prensa/noticias/-/asset_publisher/LdWW0ECY1uxz/content/el-40-por-ciento-del-territorio-colombiano-tiene-algun-grado-de-erosion (Último acceso: 30/09/2023).

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM). 2021. Resultados del monitoreo de deforestación. Obtenido de: http://www.ideam.gov.co/documents/10182/113437783/Presentacion_Deforestacion2020_SMBYc-IDEAM.pdf (Último acceso: 20/08/2023).

- Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt. 2022. Nueva especie de frailejón en Colombia, 92 especies y contando... Comunicaciones Instituto Humboldt Publicación. Bogotá, Colombia. Obtenido de: <http://www.humboldt.org.co/es/boletines-y-comunicados/item/1750-nueva-especie-de-frailejon-en-colombia-92-especies-y-countando> (Último acceso: 30/09/2023).
- Lex Base. 1874. Ley 61 de 1874. Obtenido de: <https://www.lexbase.co/lexdocs/indice/1874/10061de1874#:~:text=Ley%2061%20de%201874%20%2D%20Colombia&text=Todo%20individuo%20que%20ocupe%20terrenos,cualquiera%20que%20sea%20su%20extensi%C3%B3n> (Último acceso: 20/08/2023).
- Minambiente, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 1959. Ley 2 de 1959. Obtenido de: <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/ley-2-1959.pdf> (Último acceso: 20/08/2023).
- Minambiente, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 1993. Ley 99 de 1993. Obtenido de: <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/ley-99-1993.pdf> (Último acceso: 20/08/2023).
- Minambiente, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2018. Dos páramos más quedarán delimitados en Colombia. Obtenido de: <https://archivo.minambiente.gov.co/index.php/noticias-minambiente/4074-dos-paramos-mas-quedaran-delimitados-en-colombia#:~:text=Colombia%20tiene%2037%20p%C3%A1ramos%20que,andinavos%2C%20%C3%BAnicos%20con%20este%20ecosistema> (Último acceso: 30/09/2023).
- Minambiente, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2021. Decreto 690 de 2021. Obtenido de: <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/decreto-690-de-2021.pdf> (Último acceso: 20/08/2023).
- Minambiente, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2022. En Colombia se han deforestado más de tres millones de hectáreas de bosque en las últimas dos décadas. Obtenido de: <https://www.minambiente.gov.co/uncategorized/en-colombia-se-han-deforestado-mas-de-tres-millones-de-hectareas-de-bosque-en-las-ultimas-dos-decadas/> (Último acceso: 20/08/2023).
- Minciencias, Ministerio de ciencia, tecnología e innovación. 2016. Colombia, el segundo país más biodiverso del mundo. Obtenido de: https://minciencias.gov.co/sala_de_prensa/colombia-el-segundo-pais-mas-biodiverso-del-mundo (Último acceso: 20/08/2023).
- Novoa, E. 2021. Reforma rural y protección ambiental: Ni lo uno ni lo otro. Asociación Ambiente y Sociedad. Bogotá, Colombia. ISBN: 978-958-5402-59-1.

4 Uso justo y sostenible de los recursos biológicos terrestres en Colombia

- ONU Colombia, Naciones Unidas Colombia. 2021. Las lenguas indígenas: cultura, identidad e historia. Obtenido de: <https://colombia.un.org/es/148986-las-lenguas-ind%C3%ADgenas-cultura-identidad-e-historia#:~:text=La%20Organizaci%C3%B3n%20Nacional%20Ind%C3%ADgena%20de,castellano%20y%2069%20lenguas%20maternas> (Último acceso: 30/09/2023).
- Parques Nacionales Naturales de Colombia (PNN Colombia). 2018. Parque Chingaza: generando nueva información sobre el comportamiento del oso andino. Obtenido de: <https://old.parquesnacionales.gov.co/porta/es/parque-chingaza-generando-nueva-informacion-sobre-el-comportamiento-del-oso-andino/> (Último acceso: 30/09/2023).
- Quiñones-Hoyos, C., A. Rengifo-Fernández, S. Bernal-Galeano, R. Peña, M. Fernández, Rojas y M. Diazgranados. 2021. Una mirada a las plantas y los hongosútiles en tres áreas biodiversas de Colombia. Royal Botanic Gardens, Kew e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Editorial Nomos S. A., Reino Unido. ISBN 978-958-5183-28-5.
- Sistema de información en biodiversidad para Colombia (SiB Colombia). 2023. Biodiversidad en cifras: Colombia. Obtenido de: <https://cifras.biodiversidad.co/colombia> (Último acceso: 20/08/2023).
- Statista. 2023. Superficie destinada a tierras forestales en Costa Rica de 1990 a 2020. Obtenido de: <https://es.statista.com/estadisticas/1218299/superficie-territorio-forestal-costarica/#:~:text=En%202020%2C%20la%20superficie%20destinada,de%20bosques%20reportada%20en%202010> (Último acceso: 30/09/2023).
- Territorio Indígena y Gobernanza. 2023. Información general. Obtenido de: <https://www.territorioindigenaygobernanza.com/web/colombia/> (Último acceso: 20/08/2023).
- Trujillo, E., G. Frausin, M. Correa y W. Trujillo. 2010. El uso de la ayahuasca en la Amazonía. *Ingenierías & Amazonía* 3 (1): 151-163.
- Unidad de Planeación Rural Agropecuaria (UPRA). 2018. Identificación general de la frontera agrícola en Colombia, Escala 1:100 000. Bogotá, Colombia: MADR, UPRA. Obtenido de: https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Projects_Documents/IDENTIFICACION%20GENERAL%20DE%20LA%20FRONTERA%20.pdf (Último acceso: 30/09/2023).
- WWF Colombia. 2018. Ley de páramos: comienza la implementación. Publicado en 01/08/2018. Obtenido de: <https://www.wwf.org.co/?332290/Ley-de-paramos-comienza-la-implementacion#:~:text=Los%20p%C3%A1ramos%20son%20indispensables%20para,a%20trav%C3%A9s%20de%20las%20hidroel%C3%A9ctricas> (Último acceso: 30/09/2023).

5 Biodiversidad marina de Colombia: el lado desatendido de un país megadiverso

Juan Armando Sánchez

Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes, Bogotá, Colombia

La Corporación Centro de Excelencia en Ciencias Marinas (CEMarin), Bogotá, Colombia

Andrés F. Osorio

Facultad de Mina, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia

La Corporación Centro de Excelencia en Ciencias Marinas (CEMarin), Bogotá, Colombia*

Con contribuciones editoriales de Claudia Wilke

Resumen

A pesar de ser uno de los tres países con mayor biodiversidad del mundo, el conocimiento sobre la biodiversidad marina de Colombia (5896 especies) es limitado en comparación con las especies registradas en el área continental (71 866). Este capítulo se enfoca en comprender el desarrollo limitado de la biodiversidad marina en un área con dos océanos y provincias biogeográficas diferentes, el mar Caribe y el Pacífico oriental tropical, con todos los ecosistemas marinos tropicales, zonas de surgencia y profundidades de hasta 6000 metros. Son notables los vacíos de información en la biodiversidad marina en organismos microscópicos, desde la meiofauna (<0.5 mm) hasta microorganismos, y en general los ambientes de aguas profundas. A pesar de estas restricciones, Colombia ha protegido alrededor del 37% de su mar territorial, aun cuando estas áreas carecen de inventarios de biodiversidad marina completos. Aunque la biodiversidad marina brinda numerosas posibilidades

* *Citación recomendada:*

Sánchez, J. A. y A. F. Osorio. 2024. Biodiversidad marina de Colombia: el lado desatendido de un país megadiverso. En: *Uso equitativo y sostenible de los recursos biológicos en Colombia: del concepto a la práctica*, editado por K.-Z. Lee, A. M. Aguirre Cañas, D. Morales y C. Bernal-Mattos, pp. 53–67. Stuttgart: Fraunhofer Verlag. <https://doi.org/10.24406/publica-3296>.

a Colombia, existen desafíos enormes para su desarrollo, especialmente en cuanto a la colaboración entre instituciones y el acceso a datos abiertos.

5.1 Introducción

Colombia en los últimos años ha buscado un «salto cuántico» hacia su desarrollo. En la última misión de expertos, durante M. I. S. 2019 (Misión Internacional de Sabios 2020), se reconocieron varios frentes importantes con enfoque en la equidad, productividad y biodiversidad, concretamente en esta última, buscando una Colombia Biodiversa y Cultural. Aunque esfuerzos de este tipo se ven generalmente truncados con los cambios de gobierno –y éste no fue una excepción– el hecho de que la biodiversidad aparezca como uno de los pilares para una transformación del desarrollo colombiano es un buen comienzo.

De acuerdo con el Sistema de Información en Biodiversidad de Colombia del Instituto Humboldt, esta nación alberga 75 157 especies: 71 866 en zonas continentales y 5896 sus mares. Aunque el estimado de especies para Colombia es mucho mayor, cerca de 200 000 especies, ya es uno de los países megadiversos del planeta, posiblemente el segundo con más especies, superado por Brasil, nación que tiene siete veces el área de Colombia (Sánchez 2021). Es ampliamente reconocido en el contexto mundial que Colombia es el país con más especies de aves en el mundo, lo cual se hace evidente cada «*Global Big Day*» donde miles de personas alrededor del mundo realizan censos de aves. Aún más sorprendente, Colombia tiene cerca de 4000 especies de plantas comestibles con endemismos distribuidos uniformemente a lo largo y ancho de su territorio (Gori et al. 2022 a; Gori et al. 2022 b). Este hallazgo contrasta con el destino que tienen algunas de las especies cultivadas en medio de la crisis ambiental. Plantas tan importantes para la seguridad alimentaria mundial, como la lenteja y el garbanzo, debido a su modesta diversidad genética, tienen un futuro incierto para adaptarse ante las predicciones del cambio climático (Coyne et al. 2020). Mientras tanto Colombia ofrece ese lienzo en blanco para reinventar la despensa mundial. ¿Valdrá la pena apostarle a la biodiversidad de Colombia?

Si queda alguna duda, Colombia no puede proyectarse desde sus logros geopolíticos, económicos, militares, deportivos o políticos. Una visión macro, experta y externa, de Colombia en su historia reciente, nos recuerda que:

«En cuanto a Colombia: una república sudamericana, largo tiempo aislada del resto del mundo por su geografía, económicamente marginal, una sociedad abrumadoramente rural, sin industria, bajo un régimen débil, antimilitarista, poco educada, excepto una minoría muy pequeña, sin victorias en su experiencia internacional, sin invasiones, sin penas ni glorias, sin el estímulo de conflictos internacionales, aparentemente poco civilizada» (Malcolm Deas, Los colombianos, IDEAS, diciembre de 2022).

La biodiversidad para Colombia es en todos los sentidos su salvación como nación. Una oportunidad no solo para liderar los esfuerzos internacionales en el estudio y la conservación de la biodiversidad,



Figura 1: Biodiversidad marina de Colombia. Arriba: octocoral mesofótico, *Ellisella barbadensis* (50 m, bajo octubre rojo, Caribe colombiano). Abajo: estrella de mar *Pentaceraster cummingi* (15 m, isla Gorgona, Pacífico colombiano) (Fotos: Juan A. Sánchez).

sino para enrutarlo su desarrollo enfocado en muchos retos que demandan innovación basada en la naturaleza. En este capítulo, sin pretender ser una revisión exhaustiva, queremos darle una mirada al progreso en la biodiversidad marina, exactamente dos décadas después de una primera revisión detallada sobre el tema (Díaz y Acero P 2003). Podemos adelantar que todavía para la biodiversidad marina no se tiene la misma información que para la biodiversidad continental y que conlleva un reto aún mayor para su aprovechamiento.

5.2 Biodiversidad marina de Colombia

Antes de hablar de la biodiversidad marina de Colombia, debemos alertar que, aunque se trata de un país megadiverso, su número de especies marinas (5896) es un orden de magnitud menor al terrestre (71 866). Más preocupante es que este número no es muy diferente a una revisión de la biodiversidad marina publicada a principios del milenio cuando el inventario sumaba 4779 especies (Díaz y Acero P 2003). Los países con la mayor biodiversidad marina están localizados en la franja tropical y en el llamado triángulo de coral: Filipinas, Indonesia y Malasia (Roberts et al. 2002). Este lado del Atlántico se ha caracterizado porque es una región con muchos endemismos y porque su biodiversidad está muy amenazada. No obstante, para estar Colombia ubicada en el trópico e incluir costas en los dos grandes océanos, Atlántico-Caribe y Pacífico Oriental Tropical (Figura 1), se espera que albergara un mayor número de especies.

La isla subtropical de Nueva Zelanda, por ejemplo, tiene 18 494 especies marinas registradas en donde cerca de la mitad son endémicas (NIWA). Colombia tiene cerca de 892 118 km² de jurisdicción marina, mientras Nueva Zelanda tiene más de 4 millones de km². Pese a esto la densidad de especies en Colombia es mucho menor. Entonces la pregunta es: ¿es también Colombia un país megadiverso en sus mares? La respuesta rápida es: no lo sabemos. Esto debido a que la gran parte de la zona exclusiva económica de Colombia está aún sin explorar, particularmente los mares profundos de Colombia siguen poco explorados. También se mantiene un impedimento taxonómico para identificar algunos grupos de invertebrados y para las especies del mar profundo, cuya exploración es asimismo muy limitada a nivel mundial. Nueva Zelanda ha tenido un esfuerzo sostenido para contratar taxónomos de clase mundial en varios grupos de organismos marinos en su instituto de investigación marina (National Institute of Water and Atmospheric Research, NIWA). Esto claramente ha faltado en Colombia en la mayoría de los grupos marinos, incluidos los tipos de invertebrados más biodiversos.

Las iniciativas de explorar el mar profundo en Colombia han sido pocas. Las «Expediciones Macrofauna 1998–2002» fueron un gran esfuerzo por explorar los primeros 1000 metros de profundidad de la plataforma y talud continental del Caribe colombiano, y otras similares, lideradas por INVEMAR en donde se realizaron arrastres y muestreos del lecho marino con fondos blandos desde el golfo de Urabá hasta la Guajira (Ardila et al. 2005; Navas et al. 2010; Chacón-Gómez et al. 2012). Muchos nuevos registros y nuevas especies se encontraron en las más de 300 estaciones entre 21 y 900 m de profundidad. En estas expediciones se identificaron 198 especies en el margen continental en 13 estaciones de muestreo de fitoplancton, de igual manera se registraron 9 phylum en el

mesozooplancton, identificando con detalle al menos 20 especies. En las estaciones de fondo, se registraron un mayor número de especies incluyendo 109 cnidarios bentónicos, 619 moluscos, 600 artrópodos, 188 equinodermos, 112 briozoos, y 275 especies de peces. Sin embargo, las curvas de acumulación de especies sugieren que duplicando el esfuerzo de muestreo se habrían alcanzado a registrar cerca de 2500. Es claro que estas expediciones son un modelo de manejo de esfuerzos para completar el inventario de la biodiversidad marina colombiana.

Desde entonces no se han realizado expediciones tan extensas, minuciosas y ambiciosas para el estudio de la biodiversidad marina en Colombia, más allá de lo ya conocido en 2005 (ver revisión en Ardila et al. 2005). Nuevos registros son publicados todos los años tanto del Pacífico como del Caribe colombiano, pero con una acumulación de especies muy modesta. Algo desafortunado para una zona económica exclusiva marina que alcanza los 6000 m de profundidad, incluyendo ecosistemas rocosos que no se han incluido en expediciones previas.

En los fondos duros y rugosos, donde las redes de arrastre no son un método apropiado de muestreo, hay un gran potencial para aumentar el conocimiento de la biodiversidad marina de Colombia. Por ejemplo, en las primeras exploraciones a la zona mesofótica (40–115 m de profundidad) de los arrecifes coralinos de la isla de San Andrés, la gran mayoría de los corales colectados, como octocorales y corales negros, no pudieron ser identificados hasta el nivel de especie o se trataba de nuevas especies (Sánchez et al. 2019). Una situación similar, con nuevos registros para Colombia, se encontró en los riscos y ecosistemas coralinos mesofóticos de la región del Chocó del Pacífico colombiano (Mejía-Quintero y Chasqui 2020). Aún más sorprendentes son los nuevos registros de especies en el mar profundo (>1000 m), que han sido posibles gracias a los videos tomados remotamente y compartidos por empresas del sector de hidrocarburos (Dueñas et al. 2019). Similarmente, los muestreos depositados en museos de historia natural permitieron el descubrimiento de ecosistemas en filtraciones frías y abundantes de organismos quimiosintéticos (Dueñas et al. 2021). Estos son solo unos ejemplos del potencial de nuevos descubrimientos para el mar profundo de Colombia.

Son notables los vacíos de información en la biodiversidad marina en organismos microscópicos desde la meiofauna (<0.5 mm) hasta los microorganismos. Una forma de estimar la biodiversidad de microorganismos es mediante la secuenciación de una región del ADN, ya sea para identificarlos en vida libre o en el estudio de los endosimbiontes de otras especies marinas. Muchos organismos albergan diversas especies de invertebrados y microorganismos asociados cuyo estudio en Colombia es hasta ahora inicial.

Es claro que los microbiotas de la mayoría de las plantas y organismos de la tierra están muy poco estudiados y son quizás, la frontera menos explorada de la biodiversidad. En los organismos marinos los primeros resultados, que atañen a nuestra experticia, son sorprendentes. En el Caribe colombiano el coral mesofótico, *Agaricia undata*, cuyos endosimbiontes asociados fueron estudiados en detalle, tienen asociaciones con diversos tipos de zooxantelas como en los corales someros y con varias algas endolíticas –que viven obligadamente dentro de la roca justo debajo del tejido vivo coralino– que cambiaban de acuerdo a la localidad, con pocas coincidencias entre lo costero y lo oceánico (Gonzalez-Zapata et al. 2018a; Gonzalez-Zapata 2018b). Como era de esperarse, al revisar otros

corales del Caribe y del Pacífico colombiano, el número de especies de estas algas endolíticas aumentó significativamente, sugiriendo una situación similar a las zooxantelas, con una biodiversidad muy alta que requiere de métodos moleculares para diferenciarlas y que toma mucho tiempo en ponerles nombres propiamente descritos bajo las reglas de la taxonomía. En el caso de los microorganismos asociados a invertebrados marinos la biodiversidad es sorprendente. Un organismo como un coral puede lograr una relación estable con cientos de microorganismos. Muchos de estos son bacterias, arqueas, hongos e incluso, protistas y meiofauna. Entender este compartimiento de la biodiversidad marina es fundamental para entender la respuesta a los cambios ambientales de las especies, dado que muchas enfermedades aparentes son realmente disbiosis, donde las abundancias de las bacterias cambian aleatoriamente afectando a su hospedero (Gonzalez-Zapata et al. 2018a; Quintanilla et al. 2018). Los ecosistemas marinos tropicales, como los arrecifes coralinos, pastos marinos y manglares, albergan las redes de simbiosis más complejas del océano que incluyen un sinnúmero de especies aún no registradas para Colombia o incluso la ciencia.

Además de las escalas en que se puede aún profundizar en la biodiversidad marina de Colombia, se encuentra la multiplicidad de ecosistemas y ambientes que ofrecen los mares de Colombia. En las profundidades de los mares de Colombia llegan, vía la circulación termohalina, las aguas que se han formado hacia los dos polos, e. g., aguas de fondo Antárticas y Árticas, Intermedias, subtropicales, que aumentan considerablemente los hallazgos potenciales de biodiversidad. Ejemplos paradigmáticos de la afortunada situación de Colombia, son los hallazgos del tiburón de Groenlandia, el calamar de tentáculos gigantes y el pulpo dumbó cirrado, entre otros, todos descubiertos originalmente en altas latitudes y que se encuentran también bajo los estratos tropicales de las aguas de Colombia (Guerrero-Kommritz et al. 2018a; Guerrero-Kommritz et al. 2018b; Acero P et al. 2018). Es decir que muchas especies de otras latitudes también deben encontrarse en Colombia. Desde Colombia se podría estudiar perfectamente la diversidad microbiana pelágica que existe en los estratos del océano que se formaron en Antártica o el Ártico, sin necesidad de salir del área económica exclusiva de Colombia. Curiosamente, Colombia invierte más en expediciones a la Antártica que a su zona económica exclusiva, una paradoja digna de Macondo.

5.3 Conservación de la biodiversidad marina

Pese al letargo que se hace evidente en completar los inventarios de la biodiversidad de especies marinas en Colombia, su conservación parece haber dado ya ese «salto cuántico», al menos en el papel, que pone a la nación en la vanguardia de su conservación. Como se observa en la Figura 2, Colombia tiene muchas áreas protegidas costeras que incluyen todos los ecosistemas marinos tropicales tanto en el Caribe como el Pacífico.

Colombia ha decretado 28 áreas marinas protegidas; De las áreas protegidas marinas, siete pertenecen a la costa Pacífica y siete a la costa del Caribe, y de las áreas protegidas costeras, cinco corresponden a la costa Pacífica y nueve a la costa del Caribe. De acuerdo a las categorías de protección, estas áreas se distribuyen en Distritos Regionales de Manejo Integrado, Parques Nacionales Naturales, Distritos Nacionales de Manejo Integrado, Parques Naturales Regionales, Reserva

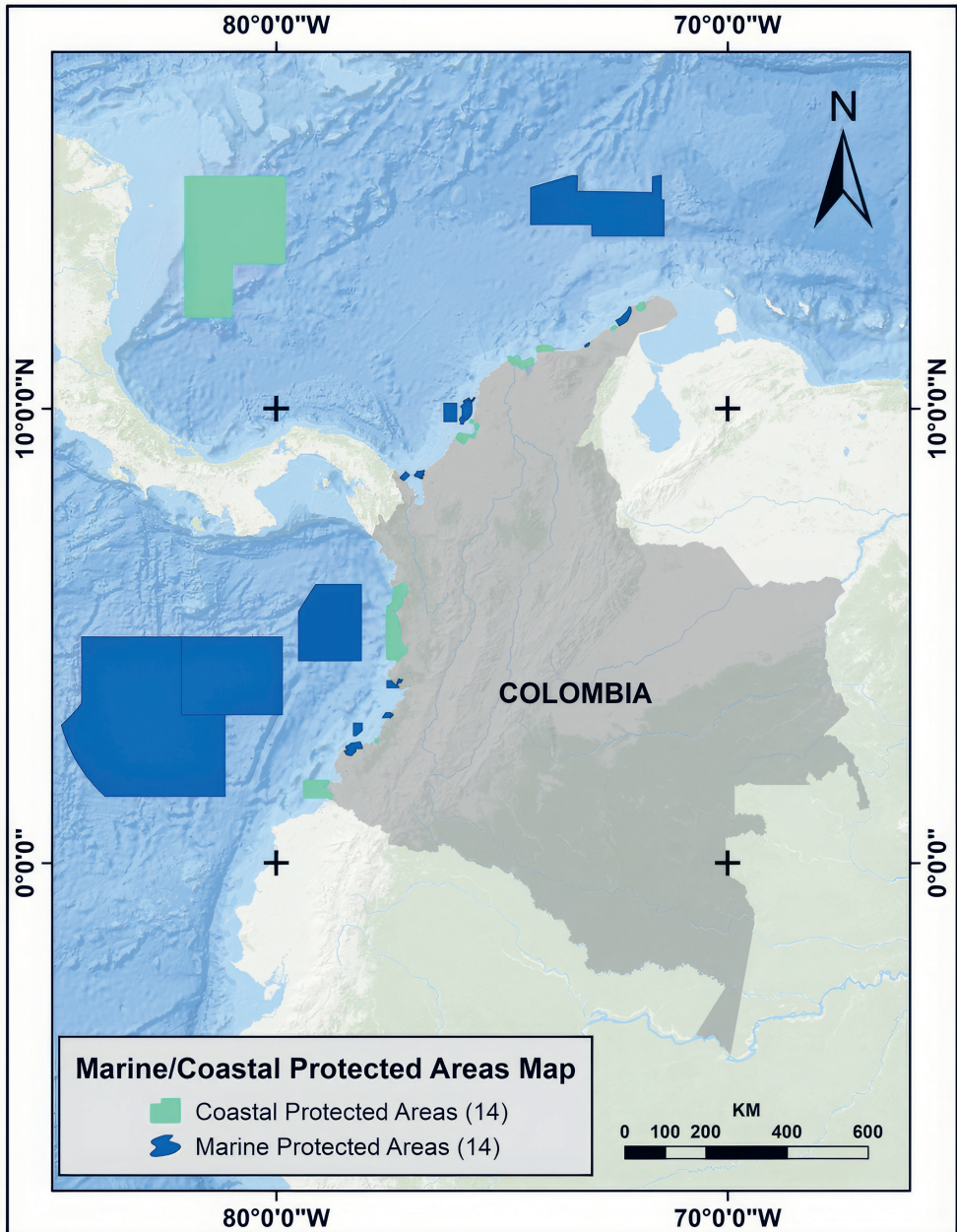


Figura 2: Mapa de las áreas marinas protegidas de Colombia a partir de Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP). Los datos se obtuvieron de la base de datos actualizada en formato shapefile (.shp) (RUNAP, 2023), posteriormente se extrajeron las áreas protegidas marinas y costeras, usando un software libre y de código abierto de información geográfica denominado QGIS_v3.22.4.

Natural, Santuario de Fauna, Santuario de Fauna y Flora, Vía Parque y Reserva Natural de la Sociedad Civil y hacen parte del SINAP (Sistema Nacional de Áreas Protegidas) y un subsistema en desarrollo de áreas marinas.

Según la información del Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP), Colombia cuenta con 1652 áreas protegidas hasta septiembre del 2023. Munévar y Ramírez (2021) afirmaron que Colombia contaba con 1408 áreas, representando un aumento de 244 áreas en menos de dos años. En términos de área superficial, es un aumento de más de 18 millones de hectáreas (RUNAP, 2023). De igual manera, para el año 2022 se declararon seis nuevas áreas protegidas marinas, que corresponde a más de 17 millones de hectáreas, que según el comunicado de Minambiente (2022), esto implica que actualmente más del 37% del territorio marino está declarado como área protegida, mientras que las áreas protegidas costeras más recientes se vincularon en el año 2017. Sin embargo, muchas de estas nuevas áreas no cuentan con una línea de base, ni inventarios de su biodiversidad marina completa.

5.4 Las oportunidades de la biodiversidad marina son también sus retos

Biodiversidad marina y turismo científico

Colombia sigue siendo una gran incógnita en muchos de los estudios globales de biodiversidad, y las especies marinas no son la excepción. Una región poco explorada y desatendida siempre será un lugar interesante para visitantes de toda índole. El turismo científico se puede dividir en dos ramas: la primera, donde los turistas son científicos como tal, y la segunda, donde los turistas son guiados por los científicos. Se dice que los primeros turistas de una región remota, muchas veces inaccesible, son científicos y exploradores, quienes de la mano de las comunidades y organizaciones locales abren las puertas en una nueva industria ecoturística (Slocum et al. 2015). Para muchos de los científicos locales de Colombia, esta ha sido la única forma de explorar las regiones costeras menos accesibles.

El turismo científico busca el acceso a la biodiversidad local y ecosistemas poco perturbados o visitados, lo que es ideal en las estaciones de campo. Los investigadores tienen la oportunidad de pasar una temporada en el campo con acceso a la biodiversidad, donde cuentan con laboratorios para el procesamiento de muestras y datos, salas para reuniones y conferencias, y actividades que fomentan el intercambio de conocimientos con las comunidades locales. Desafortunadamente, Colombia no tiene estaciones científicas propiamente establecidas en sus costas o islas.

Quizás lo más cercano a una red de estaciones científicas es el sistema de Parques Nacionales Naturales (PNN), que alberga investigadores y expediciones científicas. Algunos cuentan con infraestructura y alojamiento, como la estación de ferrocarril Henry von Prael en la isla Gorgona (Giraldo et al. 2014). La isla tiene una gran tradición en la investigación marina, que se conoce «ciencia de la isla». Allí se ha llevado a cabo investigación y vigilancia durante más de tres décadas, incluyendo las zonas más lejanas del sistema de parques naturales de Colombia, como el Santuario

de Flora y Fauna-SFF Malpelo, donde los científicos realizan visitas y estudios con la ayuda de PNN y la Fundación Malpelo. Así, se han obtenido algunos de los mejores resultados para la investigación marina gracias al apoyo interinstitucional. Las condiciones de conservación y aislamiento de la biodiversidad de la isla Malpelo, así como la influencia del fenómeno de El Niño Oscilación Sur, contribuyeron a obtener esos resultados (Quintanilla et al. 2018). En Colombia, continuar brindando apoyo a los parques naturales para que fortalezcan sus iniciativas de instalación y mejoramiento de sus estaciones científicas es una medida efectiva para fomentar el turismo científico y aprovechar la biodiversidad marina.

En Colombia, el turismo científico tiene un mayor potencial cuando los visitantes, aunque no sean científicos, tienen una experiencia relacionada con la ciencia y su investigación. Estas expediciones lideradas por expertos brindan una experiencia mutuamente provechosa. Los científicos y los esfuerzos locales de conservación se benefician mucho de los voluntarios que ayudan en la restauración ecológica de la biodiversidad, como la rehabilitación de la fauna, las guarderías coralinas y la reforestación de manglares. Esta visión del turismo requiere de científicos dispuestos a participar y que se puedan beneficiar del apoyo de turistas voluntarios que llegan a menudo como parte de expediciones científicas o viajes de exploración. Desde sus inicios, este tipo de actividad se ha considerado un turismo con impactos ambientales mínimos y que puede llegar a ser masivo sin dejar de ser sostenible (Ilyina y Mieczkowski 1992). Incluso se reconoce que el avistamiento de especies de biodiversidad carismáticas como los tiburones, ayuda a los procesos de conservación en curso (González-Mantilla et al. 2021). De esta manera, los turistas y los buzos aficionados se sienten atraídos por la idea de ayudar en la restauración y conservación de ecosistemas amenazados, como los arrecifes coralinos (Prideaux y Pabel 2018). Las estaciones científicas en parques nacionales o cualquier tipo de reserva pueden aumentar su oferta de turismo científico atrayendo nuevos visitantes interesados en las actividades científicas o incluso estudiantes de colegios y universidades que quieren tener una experiencia científica durante sus vacaciones. Colombia, un país con una gran biodiversidad, puede combinar el turismo científico con el ecoturismo.

El gran desafío: ciencia y datos abiertos

El foco de océanos y recursos hidrobiológicos de la Misión Internacional de Sabios 2019 (Franco Herrera et al. 2020) dejó claro que, más que grandes inversiones para explorar la biodiversidad marina de Colombia, se requieren cambios sistémicos y estratégicos que se pueden resumir como una apuesta a la ciencia abierta: «... la necesidad de una mayor participación de la sociedad civil en los programas de oceanografía nacional, incluyendo el acceso a los buques oceanográficos; de la exploración del mar profundo; de la ciencia abierta y en consecuencia de la promoción y uso de los datos científicos y técnicos abiertos; y de la modernización de becas doctorales».

En estas recomendaciones se pueden enrutar las necesidades para desarrollar el conocimiento de la biodiversidad marina de Colombia. Aunque «las comparaciones son odiosas», como se dice comúnmente en Colombia, son necesarias para explicar la poca participación de la sociedad civil, en especial de la academia, y más específicamente de las universidades, para completar el conocimiento de la biodiversidad marina de Colombia. En julio de 2023, la prestigiosa revista *Nature*, destino todo

un especial impreso y en línea titulado «La carrera por entender la excepcional biodiversidad de Colombia» (Irwin 2023). La nota hace referencia expresamente a los esfuerzos y avances de las expediciones colombianas (Colombia BIO) en su área terrestre, reflejados en descubrimientos de plantas útiles y alimenticias, así como en peces de agua dulce, esfuerzos liderados por el Instituto Humboldt de Colombia, universidades e incluso la cooperación internacional. Se presenta un mapa de Colombia, en donde no hay ninguna referencia a sus océanos o rasgos marinos. Colombia también tiene inversión en expediciones similares en los océanos, lideradas por la autoridad marítima colombiana, pero claramente no han tenido resultados a resaltar a la fecha.

Para la biodiversidad marina la situación era más satisfactoria cuando los esfuerzos se hacían con esfuerzos interinstitucionales. En un solo año de expediciones en la región insular de la reserva de la Biosfera de Seaflower en 2016, se obtuvieron resultados de talla mundial publicados en un número especial de la revista *Frontiers in Marine Science* (Sánchez et al. 2021). En ese compendio se hicieron 263 nuevos registros de especies para el área, entre peces, equinodermos y corales, además de otros estudios de oceanografía y ecología de los ecosistemas de la región. La situación sería muy diferente si se hubiera seguido un esfuerzo paralelo al realizado en las expediciones terrestres.

Aprovechamiento estratégico

Educación. No hay un interés generalizado por la biodiversidad marina en Colombia porque no se promueve su conocimiento. Mientras no exista un interés en el público, los océanos y la biodiversidad marina seguirá siendo desatendida en Colombia. Mientras las grandes plataformas de exploración marina en el mundo como Okeanos explorer, Nautilus, Falkor, ofrecen la transmisión video-gráfica de sus expediciones como un recurso invaluable para la educación a todos los niveles (Sánchez et al. 2020). En Colombia, ni siquiera los mapas de alta resolución del fondo marino son de carácter público. De igual manera, no se cuenta con un canal televisivo que enseñe a los niños y a los colegios de Colombia la ciencia abierta en la exploración marina en el país. Varias propuestas en este sentido se presentan con gran detall en los resultados del foco de océanos y recursos hidrobiológicos de la M. I. S. 2019 (Franco Herrera et al. 2020).

Investigación. Es urgente estimular las exploraciones y el estudio taxonómico de la biodiversidad marina en Colombia. Se sugiere la financiación de programas de largo alcance en los grupos desatendidos de la biodiversidad marina, apoyados especialmente en investigadores postdoctorales que tengan los conocimientos y las capacidades para relaizar taxonomía integrativa. Asimismo, el Sistema de Información en Biodiversidad marino, debe fortalecerse y nivelarse con la calidad del sistema en biodiversidad terrestre, mediante una apertura a más centros de excelencia. Un buen punto de partida pueden ser las nuevas áreas protegidas marinas, que carecen de una línea de base sobre su biodiversidad. Otra medida en pro de desarrollar el conocimiento fue la resolución 1402 de 2018, que aplica para la metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales (MGEPEA) del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. Allí, se establece por primera vez como un requisito obligatorio para el licenciamiento ambiental a la meiofauna. Esto podría impulsar considerablemente el conocimiento de una enorme porción de la biodiversidad marina desatendida y tener un impacto en acelerar los registros de fauna marina.

Bioteconología. Una de las grandes promesas de la biodiversidad marina es su bioprospección en la búsqueda de nuevas medicinas. Sin embargo, el panorama del aprovechamiento de los recursos genéticos es muy inequitativo donde: «De las patentes originadas en los recursos genéticos de 900 especies marinas, el 47% pertenecen a una sola compañía, mientras el resto de las compañías (220) solo tienen el 37%, las universidades el 12%, y de estas últimas más de la mitad provienen de una sola universidad, en ambos casos el 99% lo producen en solo 10 países» (Sánchez 2021).

Esto sumado a que las grandes farmacéuticas invierten sumas cercanas al billón de dólares para el desarrollo de un nuevo fármaco de alto impacto que sugiere que las expectativas en esta área deben ser modestas y en lo posible estratégicas. La biodiversidad marina seguirá siendo una fuente de inspiración para muchas aplicaciones en biotecnología, pero nuestra recomendación es que se concentre en direcciones como la seguridad alimentaria, la industria y la nutracéutica.

Seguridad alimentaria. La industria agropecuaria en mayor expansión en Colombia y en todo el mundo es la acuicultura. Los productores de acuicultura locales no pueden satisfacer la demanda tanto a nivel nacional como internacional, especialmente porque la mojarra roja (*Tilapia nilotica*) se ha adaptado a tierras bajas o altas densidades en sistemas de recirculación fáciles de construir. Sin embargo, el alimento concentrado, que puede llegar a representar hasta el 70% de los costos de operación, representa la mayor inversión en la acuicultura. Debido a la crisis de los recursos pesqueros, en particular de los que se obtiene la harina de pescado, así como otros componentes que provienen de la ganadería para suplir la proteína del alimento, estos costos están en aumento (Merino et al. 2013). La biodiversidad marina puede aportar a la producción de alimento para la acuicultura mediante prospección y producción de alimentos alternativos, como por ejemplo las levaduras marinas y las microalgas (Zaky et al. 2014).

Retos de articulación de la biodiversidad marina con otras visiones transversales

Son muchos los retos que tiene el país en biodiversidad marina, los cuales se deben articular con la región de Latinoamérica, del Caribe y con el planeta, pero dada nuestra ubicación geográfica estratégica, y teniendo en cuenta las capacidades científicas y tecnológicas que se van ganando, se mencionarán tres grandes retos que tienen que marcar el mapa de ruta de la década para que Colombia se siga fortaleciendo como un referente regional:

(1) Trabajar de manera articulada con otros sectores, como el sector turismo, donde hay un llamado a desarrollar nuevas oportunidades basadas en el turismo científico, de biodiversidad y comunitario sostenible o como el sector de la biotecnología, donde el conocimiento de la biodiversidad marina profunda y costera podrían contribuir a una economía y un desarrollo sostenible.

(2) Desarrollar espacios como parques y/o centros de ciencia tecnología, innovación y emprendimiento regionales en zonas marino-fluviales-costeras, que se deben enfocar en los recursos marinos locales, con participación incluyente y ordenada de la academia, empresas y el conocimiento comunitario, con énfasis en completar el inventario de la biodiversidad y los recursos hidrobiológicos.

(3) Abrir las plataformas de exploración (p. ej. buques blancos, estaciones científicas de monitoreo, buceo científico) y tecnologías de medición (p. ej. boyas, sensores remotos, robótica submarina) transmitiendo en tiempo real para ayudar a mejorar la toma de datos y a la divulgación científica. Así, se pueda construir una conciencia social sobre la biodiversidad marina y sus problemas inmediatos como la contaminación marina y el cambio climático. Esto sumado a una estrategia de recolección de datos obtenidos con ciencia ciudadana y con un enfoque de datos abiertos.

5.5 Agradecimientos

Al proyecto ColombiaCONNECT por promover la iniciativa de comunicar el estado de la sostenibilidad y la biodiversidad marina de Colombia. A los investigadores Laura Ramirez y Cesar Padilla por el procesamiento de la información. A Néstor Ardila por sus valiosos comentarios sobre el tema.

5.6 Referencias

- Acero P, A., C. J. Polo-Silva, J. León y V. Puentes. 2018. First Report of a Sleeper Shark (*Somniosus* Sp.) in the Southern Colombian Caribbean. *Journal of Applied Ichthyology* 34 (4): 981–983. <https://doi.org/10.1111/jai.13712>.
- Ardila, N. R., J. Reyes, N. Santodomingo y N. Cruz. 2005. Estado actual del conocimiento de los invertebrados marinos de Colombia, 240–260. En: INACIB, Instituto Humboldt. Bogotá, Colombia.
- Chacón-Gómez, I. C., J. Reyes y N. Santodomingo. 2012. Deep-Water Octocoral (Anthozoa: Cnidaria) Collected from the Colombian Caribbean during "Macrofauna Explorations". *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras – INVEMAR* 41 (1): 193–211.
- Coyne, C. J., S. Kumar, E. J. B. von Wettberg, E. Marques, J. D. Berger, R. J. Redden, T. H. N. Ellis, et al. 2020. Potential and Limits of Exploitation of Crop Wild Relatives for Pea, Lentil, and Chickpea Improvement. *Legume Science* 2 (2): e36. <https://doi.org/10.1002/leg3.36>.
- Díaz, J. M. y A. Acero P. 2003. Marine biodiversity in Colombia: achievements, status of knowledge and challenges. Biodiversidad marina en Colombia: Estado actual del conocimiento y desafíos futuros. *Gayana* 67 (2): 261–274.
- Dueñas, L. F., V. Puentes, J. León y S. Herrera. 2021. Fauna associated with cold seeps in the deep Colombian Caribbean. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* 173: 103552.
- Dueñas, L. F., C. Cedeño-Posso, A. Grajales, S. Herrera, E. Rodríguez, J. Sánchez, J. Leon y V. Puentes. 2019. First Visual Occurrence Data for Deep-Sea Cnidarians in the South-Western Colombian Caribbean. *Biodiversity Data Journal* 7: e33091. <https://doi.org/10.3897/BDJ.7.e33091>.

- Franco Herrera, A., J. A. Sánchez Muñoz, W. Guerra Curvelo, S. Speich, J. Cantera Kintz, F. de Paula Gutiérrez Bonilla y E. J. Peña Salamanca. 2020. Colombia, la oportunidad del agua: dos océanos y un mar de ríos y aguas subterráneas: Propuestas del foco de Océanos y recursos hidrobiológicos. Vol. 7. Bogotá, Colombia: Editorial UTadeo. ISBN: 978-958-5135-09-3.
- Giraldo, A., M. C. Diazgranados y C. F. Gutiérrez-Landázuri 2014. Isla Gorgona, enclave estratégico para los esfuerzos de conservación en el Pacífico Oriental Tropical. *Revista de Biología Tropical* 62 (febrero): 1-12.
- González-Mantilla, P. G., A. J. Gallagher, C. J. León y G. M. S. Vianna. 2021. Challenges and Conservation Potential of Shark-Diving Tourism in the Macaronesian Archipelagos. *Marine Policy* 131: 104632. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104632>.
- Gonzalez-Zapata, F. L., P. Bongaerts, C. Ramírez-Portilla, B. Adu-Oppong, G. Walljasper, A. Reyes y J. A. Sánchez. 2018a. Holobiont Diversity in a Reef-Building Coral over Its Entire Depth Range in the Mesophotic Zone. *Frontiers in Marine Science* 5. <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00029>.
- Gonzalez-Zapata, F. L., S. Gómez-Osorio y J. A. Sánchez. 2018b. Conspicuous endolithic algal associations in a mesophotic reef-building coral. *Coral Reefs* 37 (3): 705-709.
- Gori, B., T. Ulian, H. Y. Bernal y M. Diazgranados. 2022a. Understanding the diversity and biogeography of Colombian edible plants. *Scientific Reports* 12 (1): 7835.
- Gori, B., T. Ulian, H. Bernal y M. Diazgranados. 2022b. The hidden food basket of Latin America: an overview of Colombian edible plant diversity and its distribution. En: *Catalogue of Useful Plants of Colombia*, editado por R. Negrão et al., 63-77. London: Royal Botanic Gardens, Kew Publishing.
- Guerrero-Kommritz, J., J. R. Cantera, L. Jorge A y V. Puentes Granada. 2018a. First Observation on *Cirrothauma* Sp. in the Colombian Southern Caribbean. *Biodiversity International Journal* 2 (3): 272-273. doi:10.15406/bij.2018.02.00072.
- Guerrero-Kommritz, J., J. Cantera, V. Puentes y J. Leon. 2018b. First observations of the bigfin squid *Magnapinna* sp. in the Colombian Southern Caribbean. *Biodiversity Data Journal* 6: e24170. <https://doi.org/10.3897/BDJ.6.e24170>.
- Ilyina, L. y Z. Mieczkowski. 1992. Developing scientific tourism in Russia. *Tourism management* 13 (3): 327-331.
- Irwin, A. 2023. Expeditions in Post-War Colombia Have Found Hundreds of New Species. But Rich Ecosystems Are Now under Threat. *Nature* 619 (7970): 450-453. <https://www.nature.com/immersive/d41586-023-02300-6/index.html>.

Mejía-Quintero, K. y L. Chasqui. 2020. Octocorals and Antipatharians in the Mesophotic Rocky Reefs of Colombian Pacific (Eastern Tropical Pacific). *Frontiers in Marine Science* 7. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2020.00311>.

Merino, M. C., S. P. Bonilla y F. Bages. 2013. Diagnóstico del estado de la acuicultura en Colombia. Plan Nacional de Desarrollo de la Acuicultura Sostenible en Colombia AUNAP-FAO. Bogotá, Colombia: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

Ministerio de Ambiente. (2023). ¡Histórico!: Colombia declara como área protegida el 34% de su territorio. Obtenido de: <https://www.minambiente.gov.co/historico-colombia-declara-como-area-protegida-el-34-de-su-territorio/> (Último acceso: 22/09/2023).

Misión Internacional de Sabios. 2020. Colombia hacia una sociedad del conocimiento: Reflexiones y propuestas. Vol. I. Bogotá, Colombia: Vicepresidencia de República de Colombia.

Munévar, C. y M. Ramírez. 2021. El Sistema Nacional de Áreas Protegidas en Colombia. Desarrollos conceptuales desde la doctrina socio jurídica y ambiental. *Juridicas* 18 (2): 261–280. <https://doi.org/10.17151/jurid.2021.18.2.15>

Navas, G. R., C. Segura-Quintero, M. Garrido-Linares, M. Benavides-Serrato y D. Alonso (Eds.). 2010. Biodiversidad del margen continental del Caribe colombiano. Publicaciones Especiales del INVEMAR 20.

Prideaux, B. y A. Pabel. 2018. Coral reefs: Tourism, conservation and management. London: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315537320>.

Quintanilla, E., C. Ramírez-Portilla, B. Adu-Oppong, G. Walljasper, S. P. Glaeser, T. Wilke, A. Reyes Muñoz y J. A. Sánchez. 2018. Local Confinement of Disease-Related Microbiome Facilitates Recovery of Gorgonian Sea Fans from Necrotic-Patch Disease. *Scientific Reports* 8 (1): 14636. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-33007-8>.

Red List of the threatened species. <https://www.iucnredlist.org/search/list>.

Registro Único de Áreas Protegidas. 2023. RUNAP en cifras. Obtenido de: [/https://runap.parques-nacionales.gov.co/cifras](https://runap.parques-nacionales.gov.co/cifras) (Último acceso: 22/09/2023).

Roberts, C. M., C. J. McClean, J. E. N. Veron, J. P. Hawkins, G. R. Allen, D. E. McAllister, C. G. Mittermeier, et al. 2002. Marine biodiversity hotspots and conservation priorities for tropical reefs. *Science* 295 (5558): 1280–1284.

Sánchez, J. A. 2021. ¿Por qué dependemos de la biodiversidad? La oportunidad que no podemos dejar pasar. Intermedio Editores/Ediciones Uniandes.

- Sánchez, J. A., S. Bejarano y S. Herrera. 2021. Editorial: SeaFlower Biosphere Reserve: New Findings and Trends in the Largest Caribbean Marine Protected Area. *Frontiers in Marine Science* 8. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2021.772150>.
- Sánchez, J. A., F. L. González-Zapata, L. F. Dueñas, J. Andrade, A. L. Pico-Vargas, D. C. Vergara, A. Sarmiento y N. Bolaños. 2019. Corals in the Mesophotic Zone (40–115 m) at the Barrier Reef Complex from San Andrés Island (Southwestern Caribbean). *Frontiers in Marine Science* 6. <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00536>.
- Sánchez, J. A., L. Neira-Ramírez, A. Rodríguez-Bermúdez y A. Quattrini. 2020. Role-Playing to Foster "Deep-Sea Exploration" through Active and Virtual Learning: A Class-Design for Colombian Higher Education. *Current: The Journal of Marine Education* 34 (3): 9–17. <https://doi.org/10.5334/cjme.55>.
- Slocum, S. L., C. Kline y A. Holden (Eds.). 2015. *Scientific Tourism: Researchers as Travellers*. Oxon, UK: Routledge.
- World Register of Marine Species. www.marinespecies.org.
- Zaky, A. S., G. A. Tucker, Z. Yehia Daw y C. Du. 2014. Marine Yeast Isolation and Industrial Application. *FEMS Yeast Research* 14 (6): 813–825. <https://doi.org/10.1111/1567-1364.12158>.

6 Plantas medicinales y paz territorial

Vanesa Giraldo Gartner

Instituto Colombo-Alemán para la Paz (CAPAZ), Bogotá, Colombia*

Con contribuciones editoriales de Claudia Wilke

6.1 Introducción

El concepto de paz territorial está teórica y políticamente ligado a la reconceptualización de los espacios rurales como territorios que se construyen social y cooperativamente (Martínez Godoy 2019) y surge en diferentes contextos latinoamericanos en procesos de visibilización de los sectores rurales en la formulación de política pública (Vega Pipicano et al. 2019). En Colombia este concepto es adoptado durante las negociaciones (2012–2016) entre el gobierno colombiano y las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia (FARC-EP) y tiene un lugar central en el acuerdo de paz firmado en el 2016 que buscó la terminación de más de cinco décadas de conflicto armado. Inicialmente, la idea de paz territorial se empleó para señalar que los diálogos de paz complementarían un enfoque de derechos y justicia social con un enfoque territorial. Esto porque ante la vasta diversidad de realidades que mostraba los efectos de la guerra en los diferentes territorios, las y los negociadores reconocieron la necesidad de movilizar y articular esfuerzos que respondieran a estas particularidades (Jaramillo 2014). En el transcurso de la implementación del acuerdo de paz ha sido evidente que la paz territorial va más allá de acciones localizadas y focalizadas y requiere redimensionar el territorio a partir de sus configuraciones sociales, económicas, políticas, culturales y ecológicas desde apuestas por la participación social y comunitaria (Bautista 2017). En ese sentido, diferentes autores han señalado los retos de la paz territorial en cada uno de los sectores que tienen lugar en el mejoramiento de las condiciones de vida de las poblaciones rurales (García Giraldo 2020; Hurtado de Mendoza y Vargas 2017), así como los desafíos políticos, económicos y ecológicos para las poblaciones y territorios diversos que inspiraron el acuerdo (Ballesteros Garzón 2021; Correa Delgado 2020; Daniels Puello 2015).

* *Citación recomendada:*

Giraldo Gartner, V. 2024. Plantas medicinales y paz territorial. En: *Uso equitativo y sostenible de los recursos biológicos en Colombia: del concepto a la práctica*, editado por K.-Z. Lee, A. M. Aguirre Cañas, D. Morales y C. Bernal-Mattos, pp. 68–80. Stuttgart: Fraunhofer Verlag. <https://doi.org/10.24406/publica-3297>.

No obstante, la discusión sobre las configuraciones socio-ecológicas del territorio no solo como el escenario de conflictos políticos sino como el espacio de vida que constituye la historia y la identidad de las comunidades es aún una tarea pendiente en las reflexiones sobre construcción de paz.

Este capítulo describe la experiencia de una investigación acción participativa sobre el uso de plantas medicinales en iniciativas de construcción de paz territorial desarrollada desde el Instituto CAPAZ en el marco de ColombiaCONNECT. Este trabajo estuvo articulado con tres organizaciones indígenas y campesinas integradas por sobrevivientes del conflicto armado en Caquetá. A pesar de ser organizaciones con recorridos y misiones diferentes, las tres trabajan por sanar las heridas que la violencia ha dejado en sus comunidades y su territorio, defender los derechos humanos y los derechos de la naturaleza y dignificar las condiciones de vida de sus integrantes. En la diversidad de sus trabajos comunitarios las tres organizaciones han encontrado en los saberes sobre plantas medicinales una valiosa oportunidad para aprender sobre la biodiversidad del territorio, encontrarse desde la solidaridad del cuidado y construir caminos hacia la reconciliación. En esta línea, estudios previos han mostrado que las plantas medicinales cumplen un rol importante en los esfuerzos comunitarios de construcción de paz porque permiten entender las relaciones de cuidado entre seres humanos y el medio ambiente y son articuladoras de los mundos indígenas y campesinos (Giraldo Gartner y Abadía Barrero 2021). Es así como el presente estudio indagó sobre los saberes y las prácticas alrededor de plantas medicinales que inspiran a estos tres procesos organizativos a avanzar hacia la superación de la violencia.

6.2 Metodología

La investigación acción participativa es una investigación sistemática y crítica en la que investigadores, agentes comunitarios y otros actores interesados participan activamente de la formulación y el desarrollo de la investigación para la generación de acciones que contribuyan a los procesos de cambio que adelantan las organizaciones (Ander-Egg 2003). En ese sentido, busca promover la participación de la gente en la producción de conocimiento, crear condiciones para el fortalecimiento de las organizaciones de bases y poner el trabajo académico al servicio de la construcción colectiva de una sociedad más democrática y participativa. Se espera que estas investigaciones tengan un carácter emancipador, transformador y de diálogo de saberes (Balcazar 2003).

Esta investigación indagó sobre los conocimientos y prácticas alrededor de plantas medicinales que utilizan las comunidades del piedemonte amazónico en iniciativas de construcción de paz territorial. Para ello se siguió un diseño metodológico basado en la concertación de objetivos de investigación con las comunidades, el uso de métodos cualitativos participativos y el análisis colaborativo de los resultados con el propósito de fortalecer tres procesos comunitarios que se describen a continuación.

Casa Común: obra de arte colectivo sobre la reconciliación con el territorio

En este proceso trabajamos con dos organizaciones de víctimas: Sobrevivientes Tejiendo Memoria y Víctimas y Desplazamiento Forzado. Sobrevivientes Tejiendo Memoria es una organización de mujeres víctimas de violencia sexual y desaparición forzada, liderada por María Argensola Quintero Bañol que se unieron para exigir verdad, justicia y reparación. En 2021, presentaron con otras organizaciones de víctimas un informe sobre violencia sexual en el Caquetá en el marco del conflicto armado titulado «De las voces del silencio al renacer». Este informe se sumó a las voces de víctimas de violencia sexual en todo el país que hicieron posible la apertura del macrocaso 011 en la Jurisdicción Especial para la Paz sobre violencia basada en género, violencia sexual y violencia reproductiva. Víctimas y Desplazamiento Forzado es una asociación liderada por Saúl Rivera e integrada por familias que en el año 2002 fueron violentamente despojadas de sus tierras en el municipio de La Montañita por la antigua guerrilla de las FARC-EP. En 2012 decidieron unirse para participar en ejercicios de memoria, verdad y justicia, demandar la restitución de sus tierras y crear emprendimientos locales sostenibles a partir de frutos amazónicos. En 2017, tras la firma del acuerdo de paz, Saúl Rivera negoció un terreno en La Montañita para compartir con 136 de las familias con la intención de reforestar y seguir adelante con iniciativas sostenibles de cultivo, procesamiento y comercialización de productos amazónicos. Sin embargo, un nuevo grupo armado lo amenazó de muerte y tuvieron que abandonar nuevamente la tierra.

Además de compartir una larga historia de resistencia y trabajo por construir paz en medio de la guerra, estas organizaciones tienen en común el uso de plantas medicinales como agentes de sanación individual y colectivo para superar los dolores causados por la guerra. Sus integrantes reconocen que la guerra ha dejado heridas profundas en el cuerpo, el alma y en la relación con sus territorios. Este proceso se desarrolló en tres etapas que contaron con el apoyo y asesoría de la artista Paola Gamboa y los investigadores César Abadía-Barrero y Camilo Ruiz Sánchez.

- 1) Concertación. En un primer encuentro con los integrantes de las organizaciones y sus líderes se realizó un conversatorio sobre la importancia de las plantas medicinales en los procesos de memoria y de sanación del cuerpo, el alma y el territorio. Allí se propuso agendar tres reuniones preparatorias y un encuentro final de tres días en los que avanzaríamos en la creación de una obra de arte colectiva construida a partir de piezas bordadas.
- 2) Reuniones preparatorias. En estas reuniones se desarrollaron mesas redondas sobre memoria colectiva e individual alrededor de las experiencias en el conflicto armado, la construcción de paz y el medio ambiente. También en estas reuniones cada participante avanzaba en su aporte a la obra de arte colectiva.
- 3) Espacio de creación creativa. En un encuentro de tres días de todos los integrantes de las organizaciones, cada participante finalizó su aporte a la obra de arte sumando un total de 112 piezas bordadas con figuras de plantas medicinales, ríos, montañas, fauna y flora amazónica y símbolos de paz. Estas piezas se ensamblaron en una estructura con forma de casa a la que se le llamó Casa Común para significar que el Caquetá, no como división política sino como territorio biodiverso, es el hogar de todos y todas. Al final de este encuentro tuvieron lugar cuatro grupos focales para discutir el significado de cada una de las piezas.

Como resultado de este trabajo se desarrolló la obra de arte Casa Común que durante el primer año después de su creación ha estado en cinco exhibiciones, dos en Colombia, dos en Estados Unidos y una en Canadá y un catálogo sobre el significado de cada una de las piezas.

Sembrar paz para sanar el corazón: testimonios de reconciliación de mujeres sobrevivientes de la guerra

El segundo proceso comunitario vinculado a esta investigación se desarrolló con la Asociación de Mujeres Productoras de Esencias de Paz (ASMUPROPAZ) que es una iniciativa liderada por mujeres rurales en proceso de reincorporación a la vida civil y mujeres víctimas del conflicto armado. Esta asociación se constituyó en 2020 con el fin de sembrar plantas aromáticas y medicinales para transformarlas en productos que contribuyeran al fortalecimiento de la economía campesina y el sustento de sus familias. Durante estos años, las integrantes de esta asociación han desarrollado estrategias agroecológicas de cultivo y procesamiento de plantas, conservación de especies nativas, rescate de saberes ancestrales indígenas y campesinos y construcción de tejido social para la paz. ASMUPROPAZ trabaja por la protección del medio ambiente en Caquetá desde el fortalecimiento de los saberes de las mujeres sobre plantas medicinales. Adicionalmente, se han convertido en agentes de reconstitución de tejido social entre excombatientes y comunidades víctimas del conflicto armado y de reconstitución del tejido socio-ecológico entre las comunidades afectadas por el conflicto armado y el territorio que habitan.

Desde su constitución, las familias que integran ASMUPROPAZ han procurado generar espacios de intercambios de saberes tradicionales y ancestrales sobre plantas medicinales y tenían el interés en desarrollar un material que permitiera el rescate y fortalecimiento de esos saberes. A partir de ese interés, se crea una propuesta de trabajo con el Instituto CAPAZ y ColombiaCONNECT con el objetivo común de desarrollar materiales didácticos que rescataran saberes tradicionales y visibilizaran la organización a través de los relatos de mujeres y hombres que han participado en este proceso. El trabajo con las integrantes de ASMUPROPAZ se desarrolló en tres momentos con el apoyo de las investigadoras y líderes comunitarias Mary Luz Dussán Márquez, María Argensola Quintero Bañol y Edna Cortés Guzmán:

- 1) Espacio inicial de concertación. Se realizó una reunión entre la investigadora principal y las directivas de la asociación en la que se construyó colectivamente un plan de trabajo que involucró actividades de recolección de información, categorización, análisis de la información, escritura, ilustración y escritura de un libro sobre plantas medicinales y reconciliación.
- 2) Grupos focales. Se desarrollaron dos grupos focales alrededor de tres ejes: plantas medicinales de mayor uso, recetas de plantas medicinales e importancia de las plantas medicinales en las iniciativas de construcción de paz ambiental (Los grupos focales son una metodología de recolección de datos cualitativos mediante discusiones grupales orientados por una guía de preguntas semi-estructuradas que permiten recopilar las experiencias, saberes y reflexiones de las y los participantes. Permiten dar cuenta de las diversas percepciones alrededor de un tema e identificar racionamientos que trascienden los individuos y se sitúan en el orden de representaciones colectivas).

- 3) Entrevistas. De manera consensuada con las directivas se invitaron a las integrantes de ASMUPROPAZ a participar de entrevistas a profundidad. Se realizaron catorce entrevistas que se enfocaron en la recopilación de relatos de resiliencia y resistencia en medio del conflicto y la experiencia de encuentro entre mujeres excombatientes y mujeres víctimas alrededor de las plantas medicinales (La entrevista es una técnica de investigación cualitativa que busca recopilar información a partir del diálogo alrededor de experiencias, creencias, actitudes y opiniones es también una herramienta que posibilita recuperar la tradición oral de las comunidades).

Como resultado de este componente se publicó un libro titulado «Sembrar Paz para Sanar el Corazón» y un afiche didáctico sobre plantas medicinales que entraron a formar parte del inventario de la organización para apoyar la generación de ingresos de familias campesinas.

Ñatapai Jiyona: fortalecimiento de saberes ancestrales para vivir bien y en paz

El tercer proceso se desarrolló con sabedores indígenas y sus familias que residen a las afueras de la ciudad de Florencia alrededor de la reserva natural El Manantial. Desde la década de los 90s, esta área ha sido ocupada por familias indígenas y campesinas que compraron los terrenos a una hacienda ganadera y desde entonces han desarrollado múltiples iniciativas de recuperación de suelos, construcción de huertas y reforestación. Los tres mayores indígenas de esta reserva, Emilio Fiagama del pueblo Uitoto, Raúl Perdomo del pueblo Uitoto y Pedro Valencia del pueblo Korebajú, en compañía de otros mayores y mayores de sus comunidades y de personas no indígenas han liderado un diálogo sobre el cuidado de la tierra, el agua, las plantas y los animales. Cada mayor orienta un espacio espiritual: maloka, casa de sanación y casa de pensamiento, respectivamente, en donde se fortalecen saberes ancestrales y la palabra de vida, se toman decisiones sobre asuntos de la comunidad y funciona como espacio pedagógico para las futuras generaciones, incluyendo estudiantes de la Universidad de la Amazonía y visitantes que se acercan a compartir y aprender. Un eje fundamental de estos espacios es el fortalecimiento de la medicinal ancestral y su relación con la biodiversidad del territorio. Dos de estos sabedores participan de la organización Ñatapai Jiyona (vivir sano) que busca fortalecer, promocionar, salvaguardar, investigar y desarrollar estos conocimientos sobre salud, vida y sanación de la amazonia en beneficio de la salud física y espiritual de sus comunidades y la humanidad.

El trabajo con sabedores de la Reserva El Manantial se dividió en dos momentos: fortalecimiento de huertas de medicina ancestral y fortalecimiento de saberes sobre plantas medicinales.

- 1) El fortalecimiento de huertas de medicina ancestral contó con la asesoría y apoyo de la profesional en agroecología Stefany Ramos Quintana del pueblo Uitoto y se dividió en seis fases:
 - 1.1) Exploración. En esta fase se concertó con los tres mayores los objetivos del trabajo a realizar y se discutió ¿qué es una huerta?, ¿por qué es importante? y ¿qué nombre se le da en cada idioma (Uitoto y Korebaju)?
 - 1.2) Diagnóstico. Con cada uno de los mayores se hizo un recorrido por la huerta para hacer el diseño, los materiales requeridos, las plantas disponibles y aquellas que se requerían conseguir.

- 1.3) Construcción, adecuación y mejoramiento de las huertas.
- 1.4) Preparación y adecuación de suelos con abonos orgánicos.
- 1.5) Germinación de semillas.
- 1.6) Manejo fitosanitario y métodos de siembra.

Estas actividades se desarrollaron en su mayoría como mingas, que son formas tradicionales de trabajo de los pueblos indígenas en las que se reúnen familiares y amigos para desarrollar juntos una labor.

- 2) El segundo momento de fortalecimiento de saberes sobre plantas medicinales contó con el apoyo de los investigadores César Abadía-Barrero y Camilo Ruiz Sánchez de la Universidad de Connecticut y dos investigadores indígenas Shellany Valencia López y Alexis León Rodríguez del pueblo Korebajú. Para este momento se siguieron dos estrategias metodológicas:
 - 2.1) Intercambio de saberes. El intercambio o diálogo de saberes consiste en espacios de comunicación entre personas y grupos que, generalmente, tienen diferentes orígenes étnicos o culturales. Estos espacios crean el ambiente propicio para una conversación horizontal de saberes, percepciones y experiencias frente a un tema de interés colectivo de tal forma que se generen colaborativamente propuestas que mejoren el bienestar de las comunidades y personas desde la diversidad de los aportes y el respeto por los saberes propios. Para este caso, se reunieron durante tres días integrantes del pueblo Uitoto, Muinane y Korebajú y personas no indígenas que en un recorrido por cada uno de los espacio espirituales de El Manantial (la maloka, la casa de sanación y la casa de pensamiento) intercambiaron saberes sobre plantas medicinales.
 - 2.2) Círculos de la palabra. Al finalizar el intercambio de saberes se acordaron reuniones periódicas para construir colectiva y colaborativamente una cartilla de plantas medicinales que sirviera como material pedagógico para las nuevas generaciones y para quienes tengan interés en el tema. Estas reuniones se desarrollaron cada quince días durante tres meses como círculos de la palabra que son espacios de escucha guiados por las autoridades indígenas en los que los participantes se disponen en círculo.

Como resultado de este componente se publicó un capítulo de libro titulado: *Intercultural Communalism: Intercultural and intergenerational work around medicinal plants in a village in southern Colombia* que incluyó a todos los participantes de este proceso como autoras y autores y una cartilla con cuarenta y cuatro plantas medicinales, sus significados, sus usos y sus nombres en Uitoto, Korebajú y Muinane.

6.3 Resultados

La paz como cuidado de la vida

Colombia ha vivido un conflicto armado de más de seis décadas que tiene causas múltiples y complejas entre las que se incluyen desigualdad social, exclusión política, inequidad en la distribución de la tierra y narcotráfico. Esta guerra ha dejado un saldo aproximado de 700 000 homicidios entre 1964 y 2019, 121 768 personas desaparecidas y más de ocho millones de víctimas de desplazamiento forzado entre 1985 y 2021 a manos de grupos paramilitares, guerrillas y agentes del Estado (CEV 2022). En Caquetá, de una población estimada de 425 053 habitantes al 2023, 372 812 personas han sufrido al menos un hecho victimizante a causa del conflicto armado.

Pero la guerra no solo ha tenido pérdidas humanas, la disputa por los recursos naturales de los grupos involucrados en la guerra ha tenido consecuencias nefastas para el medio ambiente. En el caso del piedemonte amazónico, la ganadería extensiva, la minería, la explotación petrolera y los cultivos de uso ilícito han estado en el centro del conflicto armado desencadenando en la pérdida de bosque, la contaminación de fuentes de agua y degradación del suelo (CEV 2019; Rodríguez Garavito et al. 2017).

El acuerdo de paz firmado entre el gobierno colombiano y las FARC-EP en el 2016 abrió un diálogo nacional sobre las raíces del conflicto y les dio voz a las víctimas de las diferentes regiones del país. Las comunidades indígenas, afro y campesinas que participaron en los diferentes escenarios de discusión del acuerdo y que han seguido trabajando en su implementación han enfatizado que un horizonte de construcción de paz no solo debe garantizar justicia, verdad, reparación y no repetición para las víctimas, sino que debe avanzar hacia una apuesta por el cuidado de la vida en su sentido más amplio.

Estas reflexiones emergieron con fuerza en la construcción de la obra de arte colectiva Casa Común. A través de ciento doce bordados, quienes participaron en Casa Común expusieron la necesidad de sanar las heridas que la guerra ha dejado en sus familias, en sus propias vidas y en el territorio. Saul rivera, líder de la Asociación de Víctimas y Conflicto Armado expone este punto a través de un colorido bordado de tucanes, tapir y canangucha. Él explica que su bordado es un llamado a cuidar el bosque amazónico que desde la colonización de la Amazonía en la época de sus abuelos y posteriormente la ganadería y los cultivos de uso ilícito ha sido gravemente deteriorado. En sus palabras:

«Mi historia es sobre el medio ambiente, la flora y la fauna porque es lo que ha sido más deteriorado en nuestro territorio colombiano y en la Amazonía. Antes, en el tiempo de nuestros abuelos, la selva empezó a ser deforestada para el cultivo de arroz y maíz, luego llegó la ganadería y la coca. Por esto, no hay bosque, no hay reservas naturales, no hay agua. Mi idea es que tenemos que recuperar el bosque, no solo para nosotros, sino para nuestros hijos, familias, amigos que han caído en las manos criminales de los grupos armados».

Asimismo, otros participantes expresaron la importancia de sanarse a sí mismos y sanar la relación con el territorio a través de las plantas medicinales:

«Yo soy una víctima del conflicto armado. He bordado una albahaca que es una planta aromática y medicinal. Nosotros la usamos para cualquier dolor y es una planta muy importante para nuestro hogar. Para mí, representa la sanación de muchas heridas que he tenido en el pasado» (Yenny Tatiana Grisales).

«En este lienzo hice [de un lado] una canasta con plantas medicinales y del otro lado un corazón. Lo hice con mucho amor sabiendo que hay que estar conscientes de las cosas y que la vida sigue a pesar de todo lo que pasa. Tenemos que sanar la tristeza» (María de los Angeles).

Cada uno de los procesos comunitarios conectados con esta investigación hacen un homenaje a las millones de familias que han tenido que abandonar sus tierras bajo amenazas de grupos armados así como a los ríos, los bosques, los animales y las plantas medicinales del territorio herido por la guerra.

Plantas medicinales como agentes de reconciliación

Tras el acuerdo de paz firmado entre el gobierno colombiano y las FARC en 2016, 8185 combatientes se concentraron en veintiséis zonas en todo el país con el propósito de dejar las armas e iniciar la reincorporación a la vida civil. Estas zonas fueron denominadas Espacios Territoriales de Capacitación y Reincorporación (ETCR) y posteriormente se convirtieron en centros poblados. Uno de ellos es el poblado Héctor Ramírez, mejor conocido como Agua Bonita II, ubicado en el municipio de La Montañita, Caquetá. En estos espacios los excombatientes, ya sin armas, se encontraron con las comunidades de civiles que habitaban la región para aportar a los procesos de verdad y justicia que les permitieran superar las heridas de la guerra y crear una comunidad en paz para las futuras generaciones. Como parte de este esfuerzo colectivo las comunidades han trabajado en proyectos de agricultura, vías, educación, salud y arte.

ASMUPROPAZ es una de estas iniciativas en la que mujeres ex-combatientes y mujeres víctimas de las veredas aledañas se reunieron para superar los dolores que quedan después del conflicto armado y crear una organización que trabajara por la reconstrucción del tejido social y la conservación del medio ambiente. Las mujeres que aceptaron hacer parte de esta iniciativa identificaron que, a pesar de las diferencias entre ellas, todas tenían en común el interés por las plantas medicinales. Estas plantas representan los saberes sobre la biodiversidad de su territorio, las enseñanzas de sus abuelas y abuelos y el recurso con el que han cuidado y sanado a sus familias. Encontrarse para compartir saberes sobre plantas medicinales era simbólicamente reconectarse con las raíces que unen a los sobrevivientes de la guerra a un mismo territorio. En palabras de las dos lideresas de esta organización:

«Todas esas recetas, todos esos saberes, es lo que nos une ahora para trabajar juntas y juntos en este proceso de reconstrucción del tejido social que fracturó la guerra. Aprendemos las unas de las

otras porque esto nos conecta con nuestras familias, con nuestras abuelas. Las plantas nos han dado una posibilidad de encontrarnos desde el perdón, desde la generación de lazos y hacia la construcción de un futuro en el que las próximas generaciones no tengan que vivir lo que nosotros hemos tenido que vivir. Queremos construir a partir de la ancestralidad, a partir de lo natural, a partir de lo ecológico. Porque la reconciliación es más que la reconciliación humana, es la reconciliación con la naturaleza y para la naturaleza» (Betsy Ruiz, presidenta de ASMUPROPAZ).

«ASMUPROPAZ nos ha permitido tejer lazos entre las mujeres y encontrarnos con las excombatientes, ya no como guerrilleras sino como mujeres [...]. Entonces, la asociación y el tema de cultivar las plantas me han servido mucho para terminar de sanar el dolor» (Bibiana Rivera, junta directiva de ASMUPROPAZ).

A través de los relatos de quienes integran esta asociación, esta investigación evidenció que aún en los momentos más intensos del conflicto armado, combatientes y civiles compartieron recetas y tratamientos para curar a través de las plantas. Las comunidades campesinas e indígenas socorrieron incontables veces a quienes quedaban heridos en combate o enfermaban en medio de las inclementes condiciones de vida. Asimismo, los combatientes que tenían conocimiento de medicina tradicional sirvieron como sanadores a miembros de las comunidades que pedían auxilio.

Para explicar uno de los bordados de Casa Común, Mary Luz Dussán señala:

«Las plantas medicinales han estado ahí todo el tiempo, durante los tiempos de conflicto y en los tiempos de paz. Yo creo que las plantas medicinales dan la bienvenida a la paz. Yo quiero que las plantas medicinales y la paz nos acompañen en estos territorios de la Amazonía».

Es así como en el post-acuerdo las comunidades afectadas por el conflicto armado encuentran en las plantas medicinales una oportunidad para encontrarse desde el cuidado, la solidaridad y la reconciliación.

Plantas medicinales como articuladoras de los mundos indígenas y campesinos

No solo el conflicto armado de las últimas décadas ha dejado heridas profundas. Los pueblos amazónicos también han vivido varias oleadas de colonización y violencia que los han forzado a desplazarse, dispersar sus comunidades, fragmentar la relación con sus territorios y vivir situaciones de extrema precariedad. Desde finales del siglo XIX, los recursos naturales amazónicos comenzaron a atraer a comerciantes de otras zonas del país y del mundo. A la extracción de la quina le siguió la extracción del caucho que se convirtió en uno de los recursos más preciados en la industria automotriz estadounidense en rápido crecimiento a finales del siglo XIX y principios del XX. La Compañía Amazónica Peruana, empresa cauchera también conocida como Casa Arana, instaló un régimen de terror basado en la esclavitud y tortura de comunidades indígenas (Pineda Camacho 2000). Se calcula que al menos 30 000 personas fueron sometidas a la brutalidad de tal economía esclavista y familias enteras y grupos étnicos desaparecieron (Centro Nacional de Memoria Histórica 2014).

Más adelante, desde mediados del siglo XX, el Estado colombiano ha promovido la colonización de la Amazonía buscando la ampliación de la frontera agrícola y minero energética y el auge de economías extractivistas. En la década de los 60s, los procesos de colonización hacia el piedemonte amazónico no solo se dieron espontáneamente, sino que también fueron promovidos por el Estado mediante programas de asignación de terrenos baldíos a familias campesinas con el ánimo de mitigar la violencia socio-política en el interior del país y ampliar la soberanía nacional (Martínez 2015). Estos programas incentivaron patrones de ocupación de esta región, aún vigentes, que involucran tala de bosque, inversión en sistemas productivos agrícolas no amazónicos y gestión de títulos de propiedad de la tierra. Este patrón de ocupación ha transformado desde entonces la cobertura forestal de amplias extensiones del piedemonte amazónico por suelos de uso agrícola y ganadero (Castellanos 2012) en detrimento de los territorios de pueblos indígenas y sus ecosistemas. Posteriormente, la ausencia de redes de atención en salud, escuelas, infraestructura vial y ofertas de comercialización de los productos agrícolas abrieron espacio para la emergencia de los cultivos de uso ilícito, el narcotráfico y el control territorial por parte de grupos armados al margen de la ley (Valencia 1998). Para retomar las palabras de Saúl Rivera, «Antes, en el tiempo de nuestros abuelos, la selva empezó a ser deforestada para el cultivo de arroz y maíz, luego llegó la ganadería y la coca».

Cabe señalar que el narcotráfico no solamente ha acarreado violencia física contra los pueblos indígenas sino también espiritual. La coca es una planta sagrada para los pueblos amazónicos y su uso para el narcotráfico así como la estigmatización de esta planta por parte del gobierno nacional y la comunidad internacional es percibida como una gran afrenta. Un integrante del pueblo Uitoto lo explica de la siguiente manera:

«Nosotros hemos aguantado que nos esclavicen, hemos aguantado que nos desplacen, hemos aguantado que nos maltraten, pero no podemos aceptar que irrespeten nuestra planta sagrada, porque ahí sí que verdaderamente desaparecemos».

Tanto el conflicto armado como la colonización de los territorios amazónicos ha dejado tensiones entre indígenas y campesinos. No obstante, en los últimos años, el reconocimiento de que ambos son víctimas de décadas de conflicto armado y de la grave crisis ambiental de la Amazonía, les ha unido en iniciativas comunes para sanar las heridas de la guerra y defender el territorio que habitan. En estas iniciativas, el saber sobre plantas medicinales ha jugado un rol central porque conecta el cuidado del cuerpo humano con el cuidado amplio de la vida en la Amazonía. El Mayor Raúl Perdómo del pueblo Uitoto señala que todas las personas, independientemente de las heridas históricas, son bienvenidas a aprender sobre plantas medicinales, incluyendo la hoja de coca que es una planta sagrada para los pueblos amazónicos. En sus palabras «Aquí no hay discriminación de negros, de blancos, de Uitotos, de Korebajús, de Ingas, no. Esto es para el bien y el cuidado de la humanidad». El intercambio de saberes sobre plantas medicinales invita a quienes habitan un territorio a aprender sobre la biodiversidad de este, les permite valorar los saberes interculturales y los convoca solidariamente alrededor del cuidado.

6.4 Conclusiones

Los saldos ambientales de la guerra y de un modelo de desarrollo que entiende la naturaleza como recursos a ser explotados han tenido como consecuencia dramáticos desarraigos y fracturas en las maneras como las comunidades habitan, viven y producen el territorio (Ulloa 2016). Estas fracturas nos obligan a repensar la paz desde la perspectiva amplia del cuidado del territorio. Retomando las palabras de Betsy Ruíz, «la reconciliación es más que la reconciliación humana, es la reconciliación con la naturaleza y para la naturaleza». Esta ha sido una de las premisas de la construcción de paz territorial de las comunidades campesinas, los pueblos indígenas y los antiguos integrantes de las FARC-EP que se reincorporaron a la vida civil en Caquetá. Estas poblaciones han reconocido la necesidad de reconstruir no solo el tejido social destruido por la guerra sino también los lazos de cuidado con el territorio.

A través del fortalecimiento de tres procesos comunitarios, esta investigación evidenció que el intercambio de saberes y prácticas sobre plantas medicinales facilita iniciativas de construcción de paz territorial entre sobrevivientes del conflicto armado. Estos intercambios promueven la sanación de las heridas físicas, emocionales y comunitarias de la guerra, facilitan la reconstrucción del tejido social y socio-ecológico, incentiva el aprendizaje sobre la biodiversidad y el cuidado del medioambiente, permiten valorar los saberes de las diferentes comunidades que habitan un territorio y redimensionan los esfuerzos de construcción de paz como el cuidado amplio de la vida.

6.5 Referencias

- Ander-Egg, E. 2003. Repensando la investigación-Acción participativa. Grupo editorial Lumen Humanitas. Mexico: El Ateneo.
- Balcazar, F. E. 2003. Participatory Action Research (PAR): Aspectos conceptuales y dificultades de implementación. *Fundamentos en Humanidades* 7–8: 59–77.
- Ballesteros Garzón, C. 2021. Paz con mujeres. Retos de La Paz Territorial. Colombia Humanas.
- Bautista, S. C. 2017. Contribuciones a la fundamentación conceptual de paz territorial. *Revista Ciudad Paz-Ando* 10 (1): 100–110. <https://www.eumed.net/ce/2013/globalizacion.html>.
- Castellanos, M. 2012. La colonización dirigida en el piedemonte caqueteño: El "endeude" y la transformación del paisaje natural. *Academia de Historia Del Caquetá* 1 (1): 42–50.
- Centro Nacional de Memoria Histórica. 2014. Putumayo: la vorágine de las caucherías: memoria y testimonio. 2 parte. Bogotá: CNMH. ISBN: 978–958–58 524–1-9.

- CEV. 2019. La naturaleza: una víctima silenciosa del conflicto armado. Obtenido de: <https://web.comisiondelaverdad.co/actualidad/noticias/la-naturaleza-una-victima-silenciada-del-conflicto-armado>.
- CEV. 2022. Hallazgos y recomendaciones. En: Informe final. Obtenido de: <https://www.comisiondelaverdad.co/hallazgos-y-recomendaciones/recomendaciones-if>.
- Correa Delgado, J. S. 2020. Mujeres campesinas y construcción de paz territorial en Colombia: el caso de la asociación campesina del valle del río Cimitarra (ACVC). *Eleuthera* 22 (1): 172–191. <https://doi.org/10.17151/eleu.2020.22.1.10>.
- Daniels Puello, A. 2015. La paz territorial en los Montes de María: Retos y desafíos para su construcción. *Palabra Que Obra* 15 (15): 152–171. <https://doi.org/10.32997/2346-2884-vol.15-num.15-2015-841>.
- García Giraldo, J. P. 2020. Implementación de los Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial y construcción de paz territorial en Colombia: avances y desafíos. *Revista de La Facultad de Derecho y Ciencias Políticas* 50 (133): 454–481. <https://doi.org/10.18566/rfdcp.v50n133.a10>.
- Giraldo Gartner, V. y C. Abadía Barrero. 2021. Medicinal plants: Healing the relationships between human and non-human in post-accord times. En: *Human Rights in Colombian Literature and Cultural Production*, editado por C. Gardeazábal Bravo, K. G. Guerrieri, 139–154. New York: Routledge. ISBN: 9781 003 154 167.
- Jaramillo, S. 2014. La Paz Territorial. The Transition in Colombia and the Process to Build a Territorial Peace. Edición de la conferencia dictada en la Universidad de Harvard, 1–8. Obtenido de: <https://bit.ly/2TENZFV>.
- Martínez-Godoy, D. 2019. ¿La desterritorialización, una noción para explicar el mundo rural contemporáneo? Una lectura desde los Andes Ecuatorianos. *Economía Sociedad y Territorio* 20 (62): 845–870. <https://doi.org/10.22136/est20201491>.
- Martínez, S. P. 2015. Más allá de la gubernamentalidad: políticas de colonización y desarrollo rural en el piedemonte caqueteño (1960–1980). *Universitas Humanistica* 82: 135–162.
- Pineda Camacho, R. 2000. *Holocausto en el Amazonas: una historia social de la Casa Arana*. Planeta Colombiana Editorial. ISBN: 9789586149167.
- Rodríguez Garavito, C., D. R. Franco y H. Durán Crane. 2017. A paz ambiental: retos y propuestas para el posacuerdo. Documentos. Ideas para construir paz 30. En: Centro de Estudios de Derecho, Justicia y Sociedad, Dejusticia. https://www.dejusticia.org/wp-content/uploads/2017/04/fi_name_recurso_924.pdf.

- Ulloa, A. y S. Coronado. 2016. Territorios, Estado, actores sociales, derechos y conflictos socioambientales en contextos extractivistas: aportes para el posacuerdo. En: *Extractivismos y posconflicto en Colombia: retos para la paz territorial*, editado por A. Ulloa y S. Coronado, 23–58. Bogotá, D. C., Colombia: Universidad Nacional de Colombia-CINEP.
- Valencia, A. 1998. Caquetá: Violencia y Conflicto Social. En: *Conflictos Regionales. Amazonía y Orinoquía*, editado por J. J. González, 131–154. Bogotá: Fundación Friedrich Ebert de Colombia. ISBN: 958927286X.
- Vargas, G. A. y R. Hurtado de Mendoza. 2017. Los retos de la "paz territorial". En: Documento de Política No. 1, 1–49. Bogotá, D. C., Colombia: Universidad de los Andes. <https://cider.uniandes.edu.co/sites/default/files/publicaciones/documentos-de-politica/2017-Documento-politica-retos-paz-territorial.pdf>.
- Vega Pipicano, Á. T., J. J. Arizala Castaño y J. Santiago Flórez Jaramillo. 2019. La política pública en perspectiva de paz territorial: retos y carencias. *Perspectivas Internacionales* (13): 117–135. <https://revistas.javerianacali.edu.co/index.php/perspectivasinternacionales/article/view/885>.

7 TREEOMA: reforestación en la región cafetera de Colombia

Santiago Meneses Ramírez

TREEOMA, New York, NY, United States*

Con contribuciones editoriales de Claudia Wilke

Ser un *early adapter* en el tema de la sostenibilidad en Colombia, el segundo país más biodiverso del mundo, parece algo fácil en pleno siglo XXI. Sin embargo, nada está más alejado de la realidad. El caso de Treeoma es uno que se está construyendo en tiempo real. Hoy, somos parte de esa generación que cree que la mejor forma de impactar el mundo es creando nuevos escenarios donde el emprendimiento y la innovación lideren las transformaciones sociales. Sin embargo, entendemos que es un proceso que lleva tiempo y necesita de una experiencia que se gana sobrepasando desafíos y obstáculos. Este capítulo está dedicado a narrar el proceso de casi tres años de hablar de los desafíos actuales y del futuro cercano al que nos enfrentamos como empresa emergente de reforestación y regeneración.

Treeoma (antes BIOMMA) es una empresa que tiene como propósito enlazar productos y servicios de otras empresas con la regeneración de bosques nativos tropicales en el Eje Cafetero en Colombia. Creamos bosques como parte de la estrategia de sostenibilidad de empresas de cualquier tamaño. El proyecto se ejerce alrededor de lo que creemos como el primer eslabón del modelo económico actual: la transacción. Nuestro objetivo es conectar cada transacción que exista en la economía con la siembra de bosques.

Entendemos el interés y la preocupación de emprendedores y empresarios para generar estrategias tangibles, medibles, visibles y reales que resulten en una propuesta de valor agregado para clientes, inversionistas y colaboradores. Formamos una empresa que permite adaptar la regeneración y reforestación de manera fácil para uno de los actores más importantes del modelo económico: la empresa.

* *Citación recomendada:*

Meneses Ramírez, S. 2024. TREEOMA: reforestación en la región cafetera de Colombia. En: Uso equitativo y sostenible de los recursos biológicos en Colombia: del concepto a la práctica, editado por K.-Z. Lee, A. M. Aguirre Cañas, D. Morales y C. Bernal-Mattos, pp. 81–88. Stuttgart: Fraunhofer Verlag. <https://doi.org/10.24406/publica-3298>.

7 TREEOMA: reforestación en la región cafetera de Colombia

La idea de poder ayudar a diversos actores miembros de un sistema consumista actual a ser parte del cambio con acciones que tengan un impacto directo en la crisis climática a través del consumo es lo que nos impulsa a seguir con nuestro proyecto. Entendemos que es romper el paradigma actual, devolviendo algo al planeta por cada producto o servicio que se adquiera, es la forma más sensata, eficaz y real de cambiar *Status Quo* en una generación de consumidores mucho más conscientes.

Existen cientos de empresas en la región que no tienen la infraestructura ni el conocimiento para generar estrategias de sostenibilidad. Actualmente, el 99% de las empresas en Colombia son micro, pequeña o mediana (Datos del Departamento Nacional de Estadística DANE) y no cuentan con un marco jurídico que les exija una política de sostenibilidad o con los recursos para hacerlo. Sin embargo, el mercado, los inversionistas, los colaboradores y las nuevas generaciones presionan a las empresas para unirse a una de las megatendencias más importantes de este siglo: la sostenibilidad. Y es justo ahí donde entra Treeoma para ser ese proveedor de estrategia que vincula los productos y/o servicios de las empresas con el desarrollo sostenible. Logramos esto sembrando bosques en la región con especies nativas de árboles que brindan los servicios ecosistémicos como: el almacenamiento de carbono, la regulación del clima, los ciclos y la calidad del agua, la protección de la biodiversidad, entre otras.

Treeoma funciona bajo el esquema de triple hélice: somos el agente que enlaza (en una visión muy Ricardiana de la Economía) *Trabajo, Capital y Tierra*. Nos esforzamos para ser quien brinda en esta hélice El Trabajo, teniendo a disposición para las siembras un equipo de expertos en reforestación compuesto por campesinos locales y un vivero certificado donde almacenamos más de 45 mil árboles de alrededor de 33 especies nativas. Constantemente estamos en la búsqueda de alianzas estratégicas con instituciones, personas y universidades para construir y adquirir conocimiento técnico conjunto. De este modo es cómo llegamos a ser parte de ColombiaCONNECT.

En Latinoamérica, la mayoría de los Estados está inmersa en deuda, día a día vemos cómo iniciativas ambientales son lideradas por Organizaciones No Gubernamentales (ONG) o por fundaciones con una capacidad muy limitada. Por eso, entendemos que en el sistema actual y en esta hélice quienes pueden y deben aportar El Capital de manera rápida y eficiente son las empresas privadas. El reto consiste en explicarles a estas empresas por qué unir sus productos o servicios a un bosque nativo tropical e invertir en estrategias de responsabilidad ambiental es crucial en esta economía, donde podrán generar mayores rendimientos y/o puede ser un factor clave a la hora de recibir inversión.

Lo esperanzador es que poco a poco las empresas respaldadas por informes técnicos que proponen las mejores consultoras del mundo, con la ayuda de universidades, demuestran que contar con una Estrategia Social Corporativa (ESG en inglés) es crucial si se quiere competir en esta década.

Con respecto a la última hélice, La Tierra, encontramos nuestro primer cuello de botella. Y es que Colombia tiene un historial importante de conflicto alrededor de ésta. ¿Cuál es el problema? Actualmente no existen los incentivos suficientes en nuestro modelo para que los dueños de la tierra

quieran sumarse y ceder hectáreas de una tierra para ser regenerada y convertida en un bosque ya que por lo general es utilizada para ganadería o cultivos productivos.

En el modelo ideal de Treeoma, nosotros como empresa privada, debemos ser capaces de generar los incentivos necesarios para que los terratenientes de predios ideales para la regeneración de bosques, decidan pertenecer a nuestros proyectos de conservación, generando ingresos a los dueños de la tierra por cada hectárea reforestada y llegar así a establecerse como una herramienta muy poderosa para la sustitución de cultivos ilegales o desacelerar la ganadería extensiva.

Actualmente nuestros proyectos privados de regeneración se dan gracias a los terratenientes o grupo de personas que tienen la posesión de un predio y que entienden el valor que entrega una hectárea regenerada. Tenemos la fortuna de contar con aliados privados que comparten nuestra visión y están en la misión de regenerar áreas de alta montaña en el municipio de La Florida, Risaralda, ecosistema estratégico que funciona como generador de recursos hídricos para afluentes muy importantes del río Otún, fuente hídrica de la ciudad más importante del Eje Cafetero, Pereira.

También trabajamos de la mano del gobierno departamental en áreas de conservación. Predios que por ley deben estar destinados a la protección de los recursos naturales del departamento. Desafortunadamente estos predios públicos no son suficientes y muchas veces no tienen los recursos para asignar personas que estén constantemente custodiando el avance de las siembras, elemento que sí está presente cuando la tierra es privada.

El modelo de Treeoma es simple: todo comienza con un primer contacto a una empresa. Las empresas generan el contacto por el alto interés en proyectos ambientales, ya que hemos logrado una reputación importante durante los últimos años. En el siguiente paso se empieza con la negociación, primero con un proceso de sensibilización acerca de la importancia de regenerar los bosques de la región. Seguido a esto, la labor de impartir nuestra visión y demostrar con cifras que esta estrategia de responsabilidad social corporativa puede generar rendimientos y ventajas para el modelo de negocio de la empresa contratante.

Después establecemos las cantidades y la forma de contrato que mejor se adapte al cliente y por último se establece una fecha tentativa para el evento de siembra si se quiere con los colaboradores y/o clientes de la empresa.

Es importante destacar que la misión de Treeoma no excluye ni tamaño de empresa ni sector económico, queremos ser lo suficientemente flexibles para que cada transacción de la economía compense parte de su impacto.

¿Cómo llegamos hasta aquí? Una vez que la misión de Treeoma está clara, podemos comenzar a describir nuestra historia y todo el proceso de cómo empezamos a convertirnos en una de las empresas de reforestación referentes en una de las regiones más azotadas por la deforestación:

el Eje Cafetero colombiano. Una zona privilegiada por su seguridad e infraestructura ubicada en la cordillera central de los Andes.

Ésta, es una tierra que cuenta con una geografía y clima privilegiado, donde podemos encontrar páramos a una altura superior a los 4000 metros sobre el nivel del mar. Son verdaderas fábricas de agua que vuelven al Quindío, un territorio con una riqueza hídrica privilegiada, pasando por los bosques altos andinos de todos los tonos de verdes, llegando a los bosques secos tropicales, hogar de ceibas y samanes de más de 200 años de vida, hasta llegar a los ecosistemas que se dan por debajo de los 1000 metros sobre el nivel del mar.

Las montañas del Quindío colombiano cuentan con extensas coberturas de diversos tipos de ecosistemas de bosques con una megadiversidad única en el planeta. El Eje posee algunos de los paisajes más espectaculares de Colombia. En 2011, la UNESCO declaró el Paisaje Cultural Cafetero como patrimonio de la humanidad, territorio que comprende 47 municipios de los departamentos de Caldas, Risaralda, Quindío y Valle del Cauca, ubicados entre las cordilleras central y occidental de los Andes colombianos.

Mucho se habla acerca de la Amazonía colombiana, de su voráz deforestación y su importancia a nivel mundial. Por otro lado, existen también regiones como la cafetera, con una gran importancia ecosistémica y social para el mundo entero y para Colombia, que debido a la ocupación del territorio ha sufrido tasas aún más altas de deforestación que cualquier otro bosque en el país.

La idea de Treeoma se consolida en medio de una de las crisis más grandes que vivimos como humanidad en este siglo: la pandemia. Sin embargo, la acción de sembrar árboles nace un poco antes con un proyecto de energía renovable de Juan Camilo Echeverri, nuestro CEO y cofundador.

Apasionado por la sostenibilidad y el emprendimiento, relata: «Son las enseñanzas e influencias que nuestros padres y familias generan sobre nosotros, las que pueden tener impactos profundos en las decisiones, rumbos y propósitos de vida que tenemos. Y es que el acto tan básico de sembrar un árbol en tu séptimo cumpleaños con tu papá y tu abuelo puede ser la semilla y la esencia de una idea que busca cambiar el mundo».

Los estudios y proyectos universitarios de Juan siempre estuvieron enfocados bajo la esencia de la sostenibilidad. Con su primera empresa SOLARIS, él pretendía diseñar, comercializar e instalar sistemas fotovoltaicos de energía solar. Se empezó con un piloto de ese proyecto el cual funcionaba bien, sin embargo, en el momento de la comercialización, el mercado de una ciudad como Armenia castigó severamente el proyecto SOLARIS, el cual no pudo realizar las ventas necesarias para sostenerse y cerró sus operaciones al poco tiempo. En SOLARIS nació, como promesa de valor para clientes, que por cada vez que se instalara un panel fotovoltaico, y en orden de minimizar la huella de ese panel, se sembrarían 10 árboles nativos en el Quindío.

Como no se lograron vender los paneles, los primeros árboles pertenecientes al piloto se sembraron en la finca de la familia, tradicionalmente cafetera. En ese momento no se tenía claro cuál era el

proceso de regeneración y restauración de un bosque, comenzando así como un boceto de lo que llegaría a ser Treeoma.

Al analizar el mercado puerta a puerta se empezó a descubrir que esa promesa de valor adicional, mediante la cual se prometía cierta compensación era demasiado atractiva para clientes, en especial empresas. Las empresas demandaban este tipo de servicios porque generar estas capacidades dentro de ellas no era tarea fácil. Las empresas no poseen los conocimientos, la infraestructura o el personal idóneo para establecer la ruta de compensación.

La posibilidad de generar una idea tipo fundación que permitiera a las empresas cercanas a Juan compensar su impacto ambiental sembrando árboles, nació después de la quiebra de SOLARIS, siempre unido a la comercialización de productos.

Para inicios de marzo de 2020 empezó a hacer eco en los amigos, que tenían negocios locales, la idea de compensar a través de sembrar árboles. POLIMATA Café, una marca de café especial de la región, fue el primero en dar el sí definitivo al nuevo proyecto. Durante quince días se logró cerrar un acuerdo con seis clientes más. La noticia de la cuarentena provocada por la pandemia y la incertidumbre que arrastraba desmanteló estos primeros pasos en la comercialización y siembra de árboles como método de compensación para empresas.

Tres meses de encierro y con un proyecto de reforestación en mente empujaron a Juan Camilo a, sin importar las circunstancias, ir a sembrar. Primero sembró con amigos y después con las personas que querían tener contacto con la experiencia de sembrar.

Poco a poco a medida que se esclareció el escenario de la cuarentena, se fue retomando el proyecto, y los clientes fueron en ese momento amigos cercanos que creyeron desde el inicio en lo que para ese entonces se conocía como BIOMMA. En ese círculo primario de clientes estaba el emprendimiento de moda sostenible de Santiago Meneses, quién es actual socio y COO de Treeoma.

La primera socia del proyecto es María Alejandra Echeverri, hermana de Juan. Ella es abogada especialista en derecho de la empresa y es la encargada de todo el relacionamiento legal con los clientes, los dueños de empresas y con el Estado. Siendo apasionada por la sostenibilidad, es quién se encargó de hacer la estructura para que Treeoma naciera y se constituyera formalmente.

La segunda persona en acompañar a Juan fue Sara Bojanini, quién lo acompaña a uno de los eventos de siembra y decide proponerle a Juan que se ella se encargaría de una de las áreas más importantes de Treeoma y sus clientes: el contenido digital y de las comunicaciones. El trabajo de Sara sería crucial para dar el siguiente paso como una organización y empezar a atraer empresas cada vez más grandes, con mayores recursos y estándares de cumplimiento más rigurosos que lograrían transformar, lo que comenzó como una iniciativa entre amigos y clientes cercanos, hacia un proyecto más robusto.

7 TREEOMA: reforestación en la región cafetera de Colombia

Con esta nueva etapa mucho más tangible del proyecto y en la búsqueda de establecer conocimiento técnico para la siembra de bosques nativos en la región, Juan se acerca a la Secretaría de Agricultura del departamento solicitando personas que lo acompañen en esta nueva propuesta. Es ahí donde conoce a Óscar Acosta, experto forestal con más de 40 años de experiencia en todos los sectores, desde productivos hasta regenerativos. Él es quien hoy en día se encarga del apoyo técnico, el mantenimiento del vivero y las jornadas de pedagogía a empresas.

Sara rápidamente se convierte en CEO de Treeoma durante un momento crucial. En 2022, se consiguieron los primeros clientes con solicitudes de miles de árboles, la invitación a ser parte de ColombiaCONNECT, y el interés de fondos nacionales como HubBog e internacionales del Reino Unido y de Perú. Además, logran entrar al proceso de aceleración de Starta VC, fondo de capital de riesgo en Nueva York.

A principios de 2023, la empresa cambia su organigrama con el ingreso de Santiago Meneses, quién es invitado a ser socio y director general. Él comparte la visión y entra a sumar esfuerzos para completar el programa de aceleración en Nueva York y continuar con el proceso de expansión de clientes, robustecer procesos y crear capacidades. Durante ese año, es muy importante resaltar a una de las empresas que ha creído en el proyecto y que permitió adaptar nuestro modelo a sus servicios: Lulo Bank. Esta empresa se convierte en ese aliado necesario para permitirnos subir al siguiente nivel, sembrando más de 22 000 árboles y con la meta clara de llegar a los 50 000.

Ésta empieza a ser la empresa que conocemos ahora con retos y desafíos actuales. En palabras de Juan: «Nunca hemos tenido esto bajo control, pero es ir de fracaso en fracaso sin perder la visión, lo que nos garantiza el avance del proyecto buscando siempre cumplir con el propósito». Es este momento de consolidación y de creación de capacidades dentro de la empresa lo que permite que sigamos avanzando. Seguimos sumando aliados estratégicos y clientes que permiten que el amor al planeta siga avanzando materializado en este tipo de iniciativas.

Es innegable que el mundo se mueve hacia la sostenibilidad debido a la crisis climática cada vez más grave y presente en el día a día de las personas, los países y las economías que hacen que la tendencia cada día esté más clara. Como empresa, las capacidades que Treeoma desarrolle al interior de su estructura para mitigar los impactos de la crisis climática van a ser necesarias en un futuro cercano y demandadas por varios factores del sistema.

Uno de los retos actuales de Treeoma es lograr dichas capacidades de manera más especializada y con el pleno entendimiento de los ecosistemas que estamos ayudando a regenerar. Todas las capacidades necesarias dentro de las operaciones de regeneración y restauración deben ser más eficientes, más exitosas, más escalables y que realmente generen los servicios medioambientales a través de los bosques.

El siguiente reto es lograr que el modelo sea lo suficientemente atractivo para que cada vez más *big players* se unan al propósito. Crear sensibilidad a las empresas es un primer paso, pero lograr una estrategia a través de tecnología que permita que las empresas confíen en el proceso de

restauración y regeneración es una herramienta vital en la que Treeoma trabaja sin descanso. Existen muchos programas de reforestación fraudulentos que se usan como herramienta de *greenwashing*. Empoderar a las empresas a hacer un seguimiento al bosque creado es el puente de confianza que se debe construir para que el modelo sea cada vez más confiable y atractivo. Esto desemboca en otro reto actual, la financiación. Hasta ahora Treeoma ha logrado estos hitos con recursos propios y de los clientes. Sin embargo, es claro que en orden de llegar a la escala que se requiere se necesita encontrar aliados, organismos multilaterales, empresas, fondos de inversión e incluso Estados que compartan la visión y la misión de Treeoma.

Se entiende que en la tesis de inversión actual está presente la *GreenTech* como eje central. La explosión de la demanda de servicios medioambientales llegará a ser una de las más importantes en el futuro cercano y es ahí donde se requiere potenciar capacidades para que no sea solo la regeneración de bosques como unidad lo que se produce, sino que de igual manera la gente entienda que no son solo árboles nativos lo que creamos. Los ecosistemas comprenden un sinfín de relaciones simbióticas a través de todas las especies de diferentes reinos lo que realmente ofrece una regeneración completa.

A la par del fortalecimiento de la unidad de regeneración y las capacidades técnicas que se requieren, existe el reto comercial. Abordar preguntas ¿cómo llegar a un mercado más grande? ¿Cómo ofrecer en las diferentes industrias? ¿Cómo medir a cada empresa para ofrecer un servicio que cuente con más precisión el impacto que están compensando? ¿Cómo contabilizar el impacto ambiental de las diferentes transacciones de manera ágil y certera? Estas son algunas de las preguntas en las que se está trabajando con plena conciencia utilizando la tecnología y el emprendimiento como motor central de las respuestas.

Dentro de la misión actual para que el modelo se vuelva más atractivo para las empresas, existe una herramienta muy poderosa en la que se deben desarrollar capacidades también. Las redes sociales, la comunicación y el mercadeo digital deben siempre ser un eje transversal tanto para la situación actual como para el futuro. De esta forma es más tangible e inmediata la manera en que las empresas que buscan los servicios de regeneración entienden el beneficio. Es así como el gran foco de Treeoma actualmente se centra en la creación de las capacidades nombradas anteriormente. Capacidades que estamos completamente conscientes de que el planeta va a necesitar.

Nuestras responsabilidades actualmente como *early adapters* no solo llegan bajo la tesis de crear más capacidades dentro de la empresa. Una muy importante es generar la presión necesaria en la sociedad para que las instituciones y los gobiernos creen los mecanismos necesarios para afrontar la crisis climática e intentar mitigarla. Nosotros, como entidad privada, entendemos el poder que tenemos como actores en la creación de políticas públicas y mecanismos estatales que presionen a las industrias a ser parte del cambio.

Ya estamos viviendo como sociedad un cambio de paradigma, donde los esfuerzos conjuntos como el diseño, el debate y la implementación de la Ley 2173 de 2021 es solo la primera de muchas que

7 TREEOMA: reforestación en la región cafetera de Colombia

empujaran al modelo de consumo actual a reconocer los límites del planeta y a crear sociedades con actores más conscientes que compartan la idea de que se necesita un cambio.

Treeoma es solo una de muchas de las iniciativas que van naciendo con esta nueva visión. A lo largo de tres años hemos entendido que el cambio de modelo se debe hacer en conjunto, y encontramos en ColombiaCONNECT, Starta VC, Lulo Bank, predios estatales, privados, familia y amigos, un valor semejante a esas relaciones bióticas que describimos anteriormente, donde cada uno de los actores juega un papel muy importante para regenerar ecosistemas complejos.

8 Larvas de insectos como alimento en la acuicultura de recirculación de camarones

Martin Tschirner

Department of Animal Ecology & Systematics, Justus Liebig University Giessen, Giessen, Germany*

Con contribuciones editoriales de Claudia Wilke

8.1 Introducción y antecedentes

Con el rápido crecimiento de la poblacional en nuestro planeta, junto con una creciente demanda de proteínas animales, nuestro sistema agrícola se enfrentará a grandes desafíos para alimentar a 10 000 millones de personas en 2050. Por ello se espera que las proteínas animales marinas tendrán que contribuir a satisfacer la demanda mundial de alimentos (Röthig et al. 2023) donde solo en 2019, las criaturas acuáticas como peces, crustáceos y moluscos aportaron 120 millones de toneladas al suministro mundial de alimentos (FAO 2023). La mayor parte de nuestros océanos se pescan a plena capacidad o por encima de ella (FAO 2022) y a pesar de que las tasas de captura de la pesca mundial se han estancado en gran medida desde 1990, la acuicultura se ha disparado, pasando de unos 15 millones de toneladas de animales acuáticos en 1999 a más de 87,5 millones de toneladas en 2020 (FAO 2022). Por lo tanto, se cree que el sector de la acuicultura, que va en rápido crecimiento, dará un paso adelante y desempeñará un papel crucial para mitigar la futura escasez de proteínas (Tschirner y Kloas 2017).

La acuicultura consiste en el cultivo controlado de diversos organismos acuáticos y tiene su origen hace más de 4000 años en China (Hickling 1962). Las operaciones de acuicultura se llevan a cabo tanto en sistemas de agua dulce como de agua salada y abarcan especies como peces, moluscos, crustáceos y plantas acuáticas. Estos organismos suelen criarse en diferentes instalaciones como estanques, jaulas o tanques los cuales pueden ser terrestres, costeras o de alta mar (Röthig et al.

* *Citación recomendada:*

Tschirner, M. 2024. Larvas de insectos como alimento en la acuicultura de recirculación de camarones. En: *Uso equitativo y sostenible de los recursos biológicos en Colombia: del concepto a la práctica*, editado por K.-Z. Lee, A. M. Aguirre Cañas, D. Morales y C. Bernal-Mattos, pp. 89–101. Stuttgart: Fraunhofer Verlag. <https://doi.org/10.24406/publica-3299>.

2023). La importancia mundial de la acuicultura está creciendo rápidamente (Tacon 2020). El aumento de los ingresos y la búsqueda de dietas equilibradas han hecho que el consumo anual de pescado haya superado el crecimiento de la población mundial desde 1960 (Noguera-Muñoz et al. 2021).

En Colombia se observa una tendencia similar. Según la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico OCDE (2023), la producción acuícola en Colombia representó 80 367 t de peces y crustáceos en 2010. En 2020, la producción se duplicó con creces hasta alcanzar las 179 351 t de peces y crustáceos (72% de la producción pesquera total), mientras que solo 71 113 t (28% de la producción pesquera total) procedían de la pesca. En términos monetarios, los productos de la acuicultura representaron casi 639 millones de USD (86%) del total de 740 millones de USD obtenidos del sector de la pesca y la acuicultura, lo que lo convierte en un importante contribuyente al PIB colombiano. Según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia MADR (2020), en 2020 la acuicultura generó cerca de 50 000 empleos directos y casi 160 000 indirectos, cuando en 2011 solo habían sido 20 000 y 70 000, respectivamente. Sin embargo, la producción es poco diversificada. En general, las operaciones de piscicultura se centran principalmente en especies de agua dulce como la tilapia (*Oreochromis* sp.) y la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). Estas dos especies representan más del 64% de la producción acuícola nacional. La principal especie cultivada en los sistemas de acuicultura marina es el camarón pata blanca (*Litopenaeus vannamei*). A pesar de que la producción de camarón fue disminuyendo lentamente en la década anterior a 2015 debido a una serie de años con fenómenos meteorológicos desfavorables relacionados con El Niño, se ha vuelto a más que duplicar desde entonces (FAO 2023).

Curiosamente, a pesar del rápido aumento de la producción acuícola, Colombia sigue importando grandes cantidades de crustáceos, lo que indica que la demanda interna no está satisfecha. Mientras que en 2020 se produjeron 5284 t de camarones, Colombia importó 8285 t para el consumo interno. Por lo tanto, se espera que el cultivo de camarón siga creciendo, sobre todo porque muchas antiguas zonas de cultivo se han reactivado tanto en las regiones costeras del Caribe como en el Pacífico (MADR 2020). Aunque este desarrollo es prometedor para la diversificación de los ingresos y las oportunidades de empleo de los acuicultores (de camarón) de la zona, también puede relacionarse con graves problemas ecológicos, ya que algunos sistemas de producción acuícola pueden tener un impacto muy perjudicial en los ecosistemas adyacentes. Según Carrera-Quintana et al. (2022), en Colombia funcionan actualmente los cuatro sistemas de producción siguientes:

- 1) estanques terrestres semi-intensivos y altamente intensivos (~66% de la producción),
- 2) jaulas flotantes (~15% de la producción nacional),
- 3) Sistemas de Acuicultura de Recirculación (RAS) (menos del 10% de la producción nacional), y
- 4) Sistemas biofloc (menos del 10% de la producción nacional).

De esta lista, especialmente los estanques terrestres y las jaulas flotantes pueden afectar negativamente a su entorno inmediato. El gran aumento de la afluencia de nutrientes por la aplicación *ad libitum* de piensos puede provocar la contaminación de las masas de agua de cultivo y adyacentes. Los piensos no consumidos y los desechos de los peces aumentan los niveles de nitrógeno y fósforo,

provocando un crecimiento excesivo de algas (floraciones de algas). Estas floraciones pueden agotar el oxígeno del agua cuando se descomponen, dando lugar a zonas muertas en las que la mayor parte de la vida acuática no puede sobrevivir. El crecimiento excesivo de algas puede resultar especialmente problemático, ya que algunas de ellas producen toxinas perjudiciales para la vida acuática, el ganado y los seres humanos (Jiang et al. 2022).

Muchos sistemas de acuicultura intensiva suelen utilizar productos químicos, hormonas y antibióticos para prevenir enfermedades, potenciar el crecimiento y mejorar la calidad del agua, lo que puede contaminar aún más las aguas circundantes y perjudicar a los organismos no objetivo (Ahmad et al. 2021). Además, la acuicultura costera (de camarones) se asocia a menudo con la destrucción generalizada de manglares (Mitra y Sikder 2023), ya que los bosques de manglares se talan para crear estanques de camarones. Sin embargo, los manglares son ecosistemas vitales que albergan una rica biodiversidad, protegen las costas de la erosión y las tormentas y absorben cantidades significativas de dióxido de carbono (Getzner y Islam 2020). Según Bernal et al. (2017), los manglares en Colombia abarcaban aproximadamente 371 250 ha en 1997, con alrededor de tres cuartas partes (~283 000 ha) situadas en la costa del Pacífico y una cuarta parte (~88 250 ha) en la costa del Caribe. Desde 2014, esto se ha reducido a un total de 286 804 hectáreas, marcando una reducción del 23% respecto a las cifras de 1997, lo que equivale a una tasa de pérdida de 4967 hectáreas por año, suponiendo una tasa constante de pérdida de manglares. León (2003) informó una tasa de pérdida anual superior de 7965 ha entre 1966 y 1991. Si bien esta disminución de la cobertura forestal de manglar no puede atribuirse únicamente a la acuicultura costera, Bernal et al. (2017) atribuyeron un gran porcentaje de esta a la cría de camarón durante su evaluación. Con la industria del camarón en aumento en Colombia, particularmente en el Caribe, los gobiernos locales están emitiendo permisos para la construcción adicional de estanques de camarón. Esto debido a que la vida útil típica de los estanques de camarones oscila entre los 3 y 9 años antes de enfrentarse a una grave caída de la productividad (Kauffman et al. 2017). Así pues, para mantener la productividad de las gambas, hay que desbrozar más zonas costeras para construir nuevos estanques. Esto hace que la cría de gambas sea especialmente peligrosa para los manglares. No obstante, existe la posibilidad de restaurar los antiguos estanques camaroneríos abandonados y devolverles su anterior cubierta vegetal de manglar.

Según Carrera-Quintana et al. (2022), el cultivo de camarón en Colombia se concentra predominantemente en los departamentos de Bolívar y Sucre en la costa Caribe, ocupando aproximadamente 2000 hectáreas de tierras costeras y representando más del 95% de la producción total de camarón del país, la mayoría de la cual se dirige a los mercados internacionales. En la costa Pacífica, casi 250 hectáreas están dedicadas a la producción activa de camarón en Nariño, cuya producción se vende dentro de Colombia (Carrera-Quintana et al. 2022). Además de la destrucción de los manglares, el uso de agua de mar en los estanques interiores también supone una amenaza para las tierras circundantes. Esto lleva a una salinización severa de la tierra y de las fuentes de agua dulce cercanas, impactando la calidad del agua potable y la productividad agrícola durante décadas (Queiroz et al. 2013; Cardoso-Mohedano et al. 2018). Por estas razones, es esencial que la acuicultura (de camarones) se gestione de manera sostenible para minimizar su impacto ambiental, manteniendo los

beneficios socioeconómicos, especialmente cuando se lleva a cabo dentro o cerca de ecosistemas sensibles.

Una forma de disociar las amenazas medioambientales y aumentar la productividad es mediante la utilización de sistemas de acuicultura de recirculación (SRA). Estos sistemas utilizan filtros de alta eficacia para reducir a menos del 1% diario el intercambio total del agua necesaria para hacer frente a las elevadas cargas de nutrientes en la masa de agua resultantes de la piscicultura intensiva. Esto puede lograrse empleando biofiltros que eliminan el amoníaco en combinación con la desinfección del agua con rayos UV y/u ozono. Aunque es muy eficaz, este método requiere una inversión inicial considerable y se caracteriza por un elevado consumo de energía (Ray et al. 2017). Sin embargo, la inversión está justificada, ya que un SRA bien gestionado permite densidades de población muy altas y, por lo tanto, mayores rendimientos e ingresos. Las densidades de población más altas también conllevan el riesgo de una mayor presión de enfermedades (Ruiz-Velazco et al. 2010; Alfiansah et al. 2018), lo que determina el uso de medidas preventivas o de tratamiento. De ahí que la gestión de la enfermedad sea fundamental en los SRA intensivos. Esto se aborda de varias maneras aparte del tratamiento agudo con antibióticos, por ejemplo, mediante la vacunación, la creación de reproductores específicos libres de patógenos, aditivos como péptidos antimicrobianos (AMP) e inmunoestimulantes (Flegel 2019). Además, dado que los SRA se establecen en entornos artificiales y, por tanto, desvinculados de la naturaleza, su impacto en los ecosistemas circundantes puede considerarse mínimo.

Aparte de la amenaza de contaminar los ecosistemas adyacentes, la acuicultura depende de un insumo que consume muchos recursos: los piensos. Los piensos acuícolas contemporáneos son ricos en proteínas y energía y están muy adaptados a las necesidades de sus especies objetivo (Tacon y Metian 2015). Para cubrir las necesidades proteínicas de las especies de peces/crustáceos cultivados, la mayoría de los alimentos acuícolas contienen altos niveles de harina de pescado y de soja. Sin embargo, ambas son materias primas ecológicamente muy problemáticas.

La producción de harina de pescado se basa en la reducción de pequeñas especies pelágicas como la anchoveta (*Engraulis ringens*), la sardina (*Sardina pilchardus* o *Sardinops sagax*) y el espadín (*Spattus sprattus*) en harina y aceite de pescado. Según la FAO (2022), el 35,4% de las poblaciones de peces marinos se pescaron a niveles insostenibles en 2019 y, por lo tanto, se consideran sobre-explotadas. En 2020, el 11% (aproximadamente 20 millones de toneladas) de los desembarques mundiales de pescado se utilizaron para fines no alimentarios, predominantemente para producir harina y aceite de pescado (FAO 2022). Aunque una parte cada vez mayor del suministro mundial de harina de pescado (27%) procede de residuos de pescado (FAO 2022), es importante destacar que el procesamiento de cabezas, colas y espinas da como resultado una harina de pescado con una composición y calidad diferentes (mayor contenido de cenizas y menor contenido de proteínas). Esta diferencia podría afectar negativamente a su tasa de inclusión potencial en las formulaciones de piensos (Hardy y Masumoto 1990). Tradicionalmente, la harina y el aceite de pescado se elaboran a partir de pequeños peces forrajeros pelágicos. En 2006, el sector de la acuicultura utilizó 3,7 millones de toneladas de FM y 830 000 toneladas de FO, lo que equivale aproximadamente a 17 millones de toneladas de pequeños peces forrajeros pelágicos (Tacon y Metian 2008).

Las tasas de inclusión de harina y aceite de pescado en los piensos para acuicultura y ganadería han mostrado una tendencia decreciente en los últimos años (FAO 2020). Sin embargo, la mayoría de los sustitutos típicos de la harina y el aceite de pescado son de origen vegetal y, en consecuencia, tienen una digestibilidad proteica inferior y una composición de aminoácidos y ácidos grasos menos óptima (Gatlin et al. 2007). La principal proteína vegetal utilizada es la harina de soja. La producción de soja en sí misma tampoco suele considerarse sostenible desde el punto de vista ecológico, ya que la mayor parte de la creciente producción se realiza aumentando la superficie cultivada. Una parte importante de la expansión del cultivo de soja se está produciendo en países como Brasil, Argentina y Uruguay. Este crecimiento suele provocar un cambio en el uso de la tierra, que se aleja de los ecosistemas naturales, lo que se traduce en deforestación y degradación del suelo (Steinfeld et al. 2006). Además, muchos cultivos de soja de alta intensidad son transgénicos, lo que da lugar a importantes dependencias socioeconómicas de los agricultores mediante prácticas de concesión de licencias (Wesz Junior 2022). Además, la harina de soja es un subproducto del desgrasado de la soja, que se realiza tanto mecánicamente mediante prensado como químicamente mediante la utilización de hexano. Sin embargo, la extracción de hexano está relacionada con diversos riesgos medioambientales y sanitarios, ya que la extracción de hexano libera compuestos orgánicos volátiles a la atmósfera, lo que contribuye a la contaminación atmosférica y supone un riesgo para la salud medioambiental y humana. Además, al ser un derivado del petróleo, el uso de hexano en la extracción de aceite de soja contribuye al agotamiento de los recursos petrolíferos no renovables. Los trabajadores de las instalaciones que utilizan hexano para la extracción de aceite pueden estar expuestos a esta sustancia química, que puede causar una serie de problemas de salud, desde síntomas leves como mareos y dolores de cabeza hasta graves afecciones neurológicas en caso de exposición prolongada. Además, el hexano residual puede estar presente en pequeñas cantidades en los productos finales de soja, lo que puede suponer un riesgo para la salud del ganado o de los consumidores (Gasparetto et al. 2022).

Además, los sustitutos de la harina de pescado de origen vegetal suelen incluir diversos factores antinutricionales que pueden repercutir negativamente tanto en el rendimiento del crecimiento como en el bienestar de los animales (Francis et al. 2001). Por lo tanto, las fuentes de origen animal son más favorables desde el punto de vista nutricional para el componente proteico. En décadas pasadas, los subproductos de origen animal procedentes de la producción ganadera, como la harina de carne y huesos, han sido un foco de atención importante como sustitutos de la harina de pescado (Nguyen et al. 2009). Sin embargo, tras la crisis de la EEB en las décadas de 1980 y 1990, la confianza de muchos consumidores en la industria de piensos se desplomó debido al uso incorrecto de subproductos animales en los piensos, lo que aumentó los temores sobre los riesgos asociados (Ellerbroek et al. 2015).

Para resolver estos problemas, los investigadores han empezado a explorar una nueva fuente de proteínas para la alimentación del ganado: los insectos. Varias especies de insectos han demostrado ser sustitutos viables de la harina de pescado, especialmente en la acuicultura, como se ha demostrado en numerosos ensayos de alimentación con varias especies de peces de valor comercial. Makkar et al. (2014) han compilado una extensa revisión. Aunque esta práctica existe en China desde hace más de 2500 años (las larvas del gusano de seda, subproducto de la producción de seda,

se utilizan como pienso en la cría de carpas de estanque (Hickling 1962)), es un concepto nuevo para la mayoría de las sociedades occidentales. En general, los insectos son muy ricos en proteínas con un perfil de aminoácidos muy favorable para la nutrición de los peces, especialmente si se compara con muchas fuentes de proteínas de origen vegetal (Sánchez-Muros et al. 2014). Sin embargo, la composición final de los productos derivados de insectos depende en gran medida de diferentes factores como la etapa de vida procesada, el sustrato de cría utilizado y la especie (Tschirner y Simon 2015; Alfiko et al. 2022). Además de los beneficios nutricionales, muchos sistemas de producción de insectos también se consideran altamente sostenibles. Sus necesidades de agua dulce y tierra son mínimas (Smetana et al. 2016), y cuando se utilizan flujos secundarios orgánicos como sustratos de cría, como subproductos agrícolas o biorresiduos municipales, su utilización como ingrediente de piensos tiene el potencial de servir como eslabón perdido en una verdadera economía circular. Una especie que se ha investigado a fondo para la producción de piensos para peces es *Hermetia illucens*, también conocida como mosca soldado negra (BSF), perteneciente a la familia Stratiomyidae del orden Diptera. La BSF es muy prometedora para la alimentación sostenible del ganado debido a varias características convincentes. Posee una tasa de crecimiento inherentemente alta y un tiempo de generación rápido, lo que garantiza un ciclo de producción constante y eficiente. Además de estas ventajas de crecimiento, la BSF ostenta una composición favorable de nutrientes, lo que la convierte en una fuente óptima de alimento para diversos sectores ganaderos, como peces, crustáceos, aves de corral y cerdos. Este perfil nutricional va acompañado de una amplia aceptación dentro de los hábitos nutricionales naturales del ganado objetivo, lo que consolida aún más su potencial como alimento básico en la alimentación animal. Además, el proceso de cultivo industrial de la BSF es sencillo, escalable y rentable, y requiere un espacio mínimo. Todos estos factores ponen de manifiesto las importantes ventajas y la viabilidad de incorporar la BSF a los sistemas modernos y sostenibles de alimentación acuícola.

8.2 Proyecto de buenas prácticas en JLU Giessen, Alemania

Durante el proyecto de mejores prácticas de la Justus Liebig University (JLU) en el contexto de ColombiaCONNECT, se investigó la aplicabilidad de componentes de alimento para insectos en RAS de camarón para evaluar el potencial de este sistema integrado de producción como alternativa a la acuicultura convencional de camarón.

Debido a las características del ciclo biológico de la BSF y a su utilización para la producción de alimentos para el ganado, esta especie también fue elegida para los ensayos de alimentación de este proyecto de mejores prácticas. Con el fin de mejorar aún más la sostenibilidad de los piensos derivados de insectos, se seleccionaron corrientes biogénicas secundarias como sustratos de entrada para la cría que podrían estar disponibles a nivel regional en Alemania o Colombia: orujo de manzana procedente de la producción de zumo de manzana, granos de cervecera, los granos residuales sobrantes tras la extracción de azúcares durante el proceso de elaboración de cerveza, cáscaras de cacao procedentes de la producción de chocolate, torta de prensado de semilla de algodón como subproducto de la extracción de aceite de semilla de algodón y racimos de fruta vacíos, las partes sobrantes de la fruta de palma aceitera tras el prensado de los racimos de fruta



Figura 1: Camarón adulto (Litopenaeus vannamei) alimentándose de larvas de mosca soldado negra (Fotografía: Annalena Barth).

para extraer el aceite de palma. Aunque algunos dieron lugar a un crecimiento larvario más rápido de las BSF que otros (por ejemplo, las larvas alimentadas con orujo de manzana crecieron el doble de rápido que las alimentadas con cáscara de cacao), todos los sustratos probados se consideraron adecuados para la producción de BSF, especialmente cuando los sustratos se mejoraron con la incorporación de aminoácidos esenciales libres como la lisina y la metionina. En la práctica, esto significa que será posible reciclar diversos residuos agrícolas biogénicos en las explotaciones para obtener proteínas valiosas que puedan utilizarse como suplemento alimentario en la acuicultura. En el contexto de Colombia, esta biotecnología podría utilizarse como un nuevo enfoque para fortalecer la bioeconomía colombiana. Por un lado, la producción de insectos puede facilitar la diversificación de los ingresos y la reducción de los costes de alimentación a nivel familiar, cuando se aplica en sistemas de producción acuícola de subsistencia o comunales. El BSF se produciría y utilizaría dentro de la comunidad, fortaleciendo la producción ganadera y ayudando a aumentar la resiliencia frente a factores externos desfavorables. Por otro lado, una instalación de producción de BSF podría ampliarse para reciclar los flujos secundarios de bajo valor procedentes de grandes explotaciones agrícolas, como las plantaciones de aceite de palma o cacao. Las larvas de insecto se cultivarían, cosecharían, secarían, desgrasarían, molerían y venderían como harina proteínica a los fabricantes de piensos o se utilizarían directamente en la empresa como componente proteínico en la producción de piensos compuestos, ampliando así la cadena de valor de la empresa.

En cuanto al estudio de viabilidad de la producción de camarones alimentados con insectos, se ha utilizado un sistema RAS existente en la JLU. La decisión de investigar la viabilidad de la acuicultura alimentada por insectos con la especie de camarón *Litopenaeus vannamei* se ha tomado porque esta especie es difícil de cultivar en general, por lo que si se tiene éxito con *L. vannamei* sería más fácil aplicar los resultados aprendidos a otras especies. El sistema estaba equipado con cuatro tanques grandes con 400L para ensayos de alimentación con un mayor número de individuos y menos repeticiones, así como 24 tanques pequeños con alrededor de 80L para ensayos de alimentación con un menor número de individuos y muchas repeticiones. Además, el sistema estaba equipado con filtros mecánicos para facilitar la eliminación de residuos sólidos, biofiltros para reducir el amoníaco, el nitrito y el nitrato, así como una esterilización por ozono y UV para mejorar la calidad del agua y controlar los patógenos transmitidos por el agua. El sistema representaba una instalación de producción de vanguardia centrada en responder a preguntas de investigación, pero todos los componentes individuales eran completamente aplicables en una producción de camarones orientada a la economía.

Con las larvas BSF producidas in situ fue posible sustituir el 25% del pienso compuesto sin pérdidas significativas en la producción de biomasa (véase la Figura 1). Un ensayo de alimentación con una dieta convencional como control y una dieta con un 25% de larvas de BSF mostró resultados muy prometedores para futuras aplicaciones. Si bien la masa corporal individual media de las gambas fue ligeramente inferior, se observó una tasa de supervivencia claramente superior en el grupo con un 25% de BSF. Todos los análisis bioquímicos, como el contenido de proteínas y grasas y el perfil de aminoácidos, no revelaron diferencias entre los grupos experimentales. En el grupo del 25% de BSF se observó una calidad del agua ligeramente reducida debido a una mayor cantidad de sólidos en suspensión en el agua, procedentes de residuos de exuvias de larvas de insectos (pieles desprendidas) no consumidos en su totalidad por las gambas. Sin embargo, fue posible restablecer la calidad del agua al alto nivel anterior ajustando la velocidad del flujo en el filtro mecánico, lo que permitió que las exuvias ligeras se hundieran hasta el fondo del filtro.

8.3 Conclusión

La utilización de piensos para insectos en la acuicultura de camarones representa un enfoque sólido y sostenible para mejorar el crecimiento y la salud de los camarones cultivados, al tiempo que mitiga los impactos ambientales tradicionalmente asociados a estos sistemas de acuicultura. Los piensos para insectos, derivados de las larvas de la mosca soldado negra y otras especies de insectos, son ricos en proteínas esenciales, aminoácidos y otros nutrientes, lo que garantiza un crecimiento y desarrollo óptimos de las gambas. La huella medioambiental de la producción de piensos para insectos es significativamente menor que la de los piensos convencionales a base de harina de pescado o de soja. Requiere menos tierra, agua y recursos alimentarios, y contribuye a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Además, los insectos pueden criarse a partir de residuos orgánicos, lo que contribuye a la reducción y el reciclaje de residuos y promueve una economía circular. Por otra parte, el uso de piensos para insectos no contribuye al agotamiento de las poblaciones de peces, una de las principales preocupaciones asociadas a la producción de

harina de pescado. Esto es crucial para la conservación de los ecosistemas marinos y la biodiversidad, así como para los medios de subsistencia de las comunidades que dependen de estos recursos.

En el contexto de Colombia, la implantación de piensos a base de insectos en la acuicultura del camarón podría ser una iniciativa innovadora y sostenible. Para iniciar el proceso, es esencial invertir en investigación y desarrollo exhaustivos. Colaborar con instituciones de investigación locales e internacionales puede ayudar a comprender las necesidades nutricionales de los camarones y la viabilidad de las distintas especies de insectos como alimento. Otro paso crucial es crear infraestructuras para la cría de insectos. Se trata de crear instalaciones para la producción a gran escala de piensos para insectos, garantizando que se hace de forma sostenible y eficiente. Los residuos locales pueden utilizarse como materia prima para los insectos, lo que supone una solución ecológica y rentable. Además, la organización de programas de formación y educación para agricultores y empresarios locales puede facilitar aún más la integración sin problemas de los piensos para insectos en el sector de la acuicultura. Por otra parte, navegar por el panorama normativo es vital. Colaborar con los organismos gubernamentales para desarrollar y cumplir las normas y reglamentos nacionales e internacionales para la producción de piensos para insectos puede fomentar la seguridad, la calidad y la sostenibilidad del sector. Además, la creación de programas de certificación y normas de calidad puede garantizar aún más la fiabilidad y seguridad de los piensos para gambas. En general, la concienciación sobre las ventajas de los piensos para insectos también es fundamental para el éxito de su aplicación. Unas campañas eficaces de marketing e información pueden informar a los criadores de gambas y a otras partes interesadas sobre los beneficios nutricionales y medioambientales de los piensos para insectos. Garantizar la accesibilidad y asequibilidad del mercado es igualmente importante, y el establecimiento de sólidas redes de distribución puede facilitar el acceso de los camaroneros de toda Colombia a los piensos para insectos. Por último, mediante la promoción de los importantes beneficios medioambientales, como la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y la conservación de los ecosistemas marinos, y una interfaz inteligente entre ciencia y sociedad, se puede conseguir el apoyo de diversos grupos ecologistas y de la comunidad en general.

En conclusión, mediante la integración de estos diversos elementos, Colombia puede mejorar notablemente la sostenibilidad y la resiliencia de su industria acuícola (de camarones), contribuir a los esfuerzos medioambientales mundiales y establecer una sólida estabilidad económica en el sector de la acuicultura. En un mundo que se enfrenta a crecientes problemas de seguridad alimentaria, degradación medioambiental y cambio climático, la adopción de soluciones innovadoras y sostenibles como la alimentación con insectos para diversas formas de acuicultura no sólo es ventajosa, sino que es imprescindible para garantizar la resistencia y la sostenibilidad de las prácticas acuícolas mundiales, salvaguardar nuestros océanos y asegurar las futuras cadenas de suministro de alimentos.

8.4 Referencias

- Ahmad, A., S. R. Sheikh Abdullah, H. Abu Hasan, A. Razi Othman y N. I. Ismail. 2021. La industria de la acuicultura: Oferta y demanda, mejores prácticas, efluentes y sus problemas actuales y tecnología de tratamiento. *Revista de gestión medioambiental* 287: 112 271. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112271>.
- Alfiansah, Y. R., C. Hassenrück, A. Kunzmann, A. Taslihan, J. Harder y A. Gärdes. 2018. Abundancia bacteriana y composición de la comunidad en agua de estanque de sistemas de acuicultura de camarones con diferentes densidades de población. *Frontiers in Microbiology* 9. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02457>.
- Alfiko, Y., D. Xie, R. T. Astuti, J. Wong y L. Wang. 2022. Los insectos como ingrediente alimentario para el cultivo de peces: Situación y tendencias. *Acuicultura y Pesca* 7 (2): 166–178. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2021.10.004>.
- Bernal, B., G. Sidman y T. Pearson. 2017. Evaluación de los ecosistemas de manglar en Colombia y su potencial para la reducción de emisiones y la restauración. Morrilton, AR: Winrock International.
- Cardoso-Mohedano, J.-G., J. Lima-Rego, J.-A. Sánchez-Cabeza, A.-C. Ruiz-Fernández, J. Canales-Delgadillo, E.-I. Sánchez-Flores y F. Páez-Osuna. 2018. Salinización de lagunas costeras subtropicales asociada a efluentes de estanques camaroneros. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 203: 72–79. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2018.01.022>.
- Carrera-Quintana, S., P. Gentile y J. Girón-Hernández. 2022. Un panorama sobre el desarrollo de la acuicultura en Colombia: Estado actual, oportunidades y retos. *Aquaculture* 561: 738583. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738583>.
- Ellerbroek, L., A. Heinrich, J. Zagon, D. Meermeier, T. Muther, H. Schafft, P. Zechel y M. Jasper. 2015. Procesamiento y eliminación de subproductos animales y productos secundarios en el sacrificio. *Journal of Food Safety and Food Quality-Archiv für Lebensmittelhygiene* 66 (3): 74–78.
- Flegel, T. W. 2019. Una visión de futuro para el control de enfermedades en la acuicultura del camarón. *Revista de la Sociedad Mundial de Acuicultura* 50 (2): 249–266. <https://doi.org/10.1111/jwas.12589>.
- Francis, G., H. P. S. Makkar y K. Becker. 2001. Factores antinutricionales presentes en ingredientes vegetales de piensos alternativos para peces y sus efectos en los peces. *Aquaculture* 199 (3–4): 197–227. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(01\)00526-9](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00526-9).
- Gasparetto, H., F. de Castilhos y P. Gonçalves Salau. 2022. Avances recientes en la extracción de aceite verde de soja: A review. *Journal of Molecular Liquids* 361: 119684.

- Getlin, D. M., F. T. Barrows, P. Brown, K. Dabrowski, T. G. Gaylord, R. W. Hardy, E. Herman, et al. 2007. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. *Aquaculture Research* 38 (6): 551–579.
- Getzner, M. y M. S. Islam. 2020. Ecosystem Services of Mangrove Forests: Results of a Meta-Analysis of Economic Values. *Revista Internacional de Investigación Medioambiental y Salud Pública* 17 (16): 5830. <https://doi.org/10.3390/ijerph17165830>.
- Hardy, R. W. y T. Masumoto. 1990. Specifications for marine by-products for aquaculture. En: International Conference on Fish By-Products, editado por S. Keller, 109–120. Alaska Sea Grant College Program, Fairbanks, AK: Alaska Sea Grant College Program, Report No. 90–07.
- Hickling, C. F. 1962. *Fish Culture*. Faber y Faber, Londres, 295 pp.
- Jiang, Q., N. Bhattarai, M. Pahlow y Z. Xu. 2022. Sostenibilidad medioambiental y huellas de la acuicultura mundial. *Recursos, Conservación y Reciclaje* 180: 106–183. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106183>.
- Kauffman, J. B., V. B. Arifanti, H. Trejo, M. del Carmen, J. Norfolk, M. Cifuentes, D. Hadriyanto y D. Murdiyarto. 2017. La huella de carbono jumbo de un camarón: pérdidas de carbono por deforestación de manglares. *Fronteras en Ecología y Medio Ambiente* 15 (4): 183–188. <https://doi.org/10.1002/fee.1482>.
- León, R. Á. 2003. Los manglares de Colombia y la recuperación de sus áreas degradadas: revisión bibliográfica y nuevas experiencias. *Madera y Bosques* 9 (1): 3–25.
- Makkar, H. P. S., G. Tran, V. Heuzé y P. Ankers. 2014. Estado del arte sobre el uso de insectos como alimento animal. *Animal Feed Science and Technology* 197: 1–33. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.07.008>.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). 2020. *Acuicultura En Colombia: Cadena de la Acuicultura*, Secretaría Técnica Nacional Cadena de la Acuicultura. Bogotá, Colombia. Obtenido de: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Acuicultura/Documentos/2020-12-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf> (Último acceso: 01/10/2023).
- Mitra, R. y V. Sikder. 2023. Impacto de la acuicultura en aguas salobres y la degradación de los manglares en el balance global de carbono: una revisión. *The holistic approach to the environment* 13: 76–82. <https://doi.org/10.33765/thate.13.2.4>.
- Nguyen, T. N., A. D. Davis y I. P. Saoud. 2009. Evaluación de fuentes proteicas alternativas para reemplazar la harina de pescado en dietas prácticas para tilapia juvenil, *Oreochromis* spp. *Revista de la Sociedad Mundial de Acuicultura* 40 (1): 113–121. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2008.00230.x>.

- Noguera-Muñoz, F. A., B. García García, J. T. Ponce-Palafox, O. Wicab-Gutierrez, S. G. Castillo-Vargasmachuca y J. García García. 2021. Evaluación de la sustentabilidad de la producción de camarón blanco (*Penaeus vannamei*) en sistema superintensivo en el municipio de San Blas, Nayarit, México. *Agua* 13: 304. <https://doi.org/10.3390/w13030304>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2020. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020. La sostenibilidad en acción. Roma, Italia. Obtenido de: <http://www.fao.org/3/ca9229en/ca9229en.pdf> (Último acceso: 20/09/2021).
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2022. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020. Hacia una transformación azul. Roma, Italia. Obtenido de: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cc0461en> (Último acceso: 06/12/2023).
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2023. Estadísticas de pesca y acuicultura. Producción acuícola mundial 1950–2021 (FishStatJ). Roma, Italia. Obtenido de: www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en (Último acceso: 20/09/2023).
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). 2023. Producción acuícola. (FishStatJ). Obtenido de: https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=FISH_AQUA (Último acceso: 01/10/2023).
- Queiroz, L., S. Rossi, J. Meireles y C. Coelho. 2013. Acuicultura de camarón en el estado federal de Ceará, 1970–2012: Tendencias tras la privatización de los manglares en Brasil. *Ocean & Coastal Management* 73: 54–62. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2012.11.009>.
- Ray, A. J., T. H. Drury y A. Cecil. 2017. Comparing clear-water RAS and biofloc systems: Producción de camarón (*Litopenaeus vannamei*), calidad del agua y contribuciones nutricionales de biofloc estimadas usando isótopos estables. *Aquacultural Engineering* 77: 9–14. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2017.02.002>.
- Röthig, T., A. Barth, M. Tschirner, P. Schubert, M. Wenning, A. Billion, T. Wilke y A. Vilcinskas. 2023. Alimentación con insectos en la acuicultura sostenible de crustáceos. *Journal of Insects as Food and Feed* 9 (9): 1115–1138. <https://doi.org/10.3920/JIFF2022.0117>.
- Ruiz-Velazco, J. M. J., A. Hernández-Llamas y V. M. Gómez-Muñoz. 2010. Manejo de la densidad de población, tamaño del estanque, hora de inicio de la aireación y duración del cultivo para la producción comercial intensiva de camarón *Litopenaeus vannamei*. *Ingeniería Acuícola* 43 (3): 114–119. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2010.08.002>.
- Sánchez-Muros, M.-J., F. G. Barroso y F. Manzano-Agugliaro. 2014. Harinas de insectos como fuente renovable de alimentos para la alimentación animal: una revisión. *Journal of Cleaner Production* 65: 16–27. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.11.068>.

- Smetana, S., M. Palanisamy, A. Mathys y V. Heinz. 2016. Sostenibilidad del uso de insectos para piensos y alimentos: Perspectiva de la evaluación del ciclo de vida. *Journal of Cleaner Production* 137: 741–751. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.148>.
- Steinfeld, H., P. Gerber, T. Wassenaar, V. Castel, M. Rosales y C. de Haan. 2006. La larga sombra del ganado: Cuestiones y opciones medioambientales. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).
- Tacon, A. G. J. 2020. Tendencias en la producción mundial de acuicultura y alimentos acuícolas: 2000–2017. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture* 28: 43–56. <https://doi.org/10.1080/23308249.2019.1649634>.
- Tacon, A. G. J. y M. Metian. 2008. Panorama mundial del uso de harina y aceite de pescado en piensos compuestos para acuicultura industrial: Trends and future prospects. *Aquaculture* 285 (1–4): 146–158. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.08.015>.
- Tacon, A. G. J. y M. Metian. 2015. La alimentación es importante: Satisfacer la demanda de piensos de la acuicultura. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture* 23 (1): 1–10. <https://doi.org/10.1080/23308249.2014.987209>.
- Tschirner, M. y W. Kloas. 2017. Aumentando la sostenibilidad de los sistemas acuícolas: Insectos como fuente de proteína alternativa para dietas de peces. *GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society* 26: 332–340. <https://doi.org/10.14512/gaia.26.4.10>.
- Tschirner, M. y A. Simon. 2015. Influencia de diferentes sustratos de cultivo y procesado en la composición de nutrientes de larvas de mosca soldado negra destinadas a alimentación animal. *Journal of Insects as Food and Feed* 1 (4): 249–259.
- Wesz Junior, V. J. 2022. La producción de soja en Paraguay: Agronegocios, cambio económico y transformaciones agrarias. *Revista de Cambio Agrario* 22 (2): 317–340. <https://doi.org/10.1111/joac.12436>.

9 Diseño de bioproductos y co-creación de un modelo de negocio sostenible con la comunidad indígena Awá basado en *Capsicum annuum*

Camila Bernal-Mattos

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia*

Carlos Cortés-Gutiérrez

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia

Daniella González-Alzate

Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia

Julieta M Ramírez-Mejía

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia

Resguardo Indígena Awá Pialapí Pueblo Viejo

Pueblo Viejo

Con contribuciones editoriales de Claudia Wilke

* *Citación recomendada:*

Bernal-Mattos, C., C. Cortés-Gutiérrez, D. González-Alzate, J.M Ramírez-Mejía y Resguardo Indígena Awá Pialapí Pueblo Viejo. 2024. Diseño de bioproductos y co-creación de un modelo de negocio sostenible con la comunidad indígena Awá basado en *Capsicum annuum*. En: Uso equitativo y sostenible de los recursos biológicos en Colombia: del concepto a la práctica, editado por K.-Z. Lee, A. M. Aguirre Cañas, D. Morales y C. Bernal-Mattos, pp. 102–125. Stuttgart: Fraunhofer Verlag. <https://doi.org/10.24406/publica-3300>.

9.1 Introducción

Colombia es un país megadiverso, el cual en sus cinco regiones biogeográficas alberga más del 10% de la biodiversidad mundial, ocupando además el primer lugar en diversidad de aves, orquídeas y mariposas, y el segundo lugar en plantas, anfibios, peces dulceacuícolas, reptiles, palmas y murciélagos (Rincón Bermúdez et al. 2009; SIB Colombia 2023). De acuerdo a Diazgranados et al. (2022), el país tiene alrededor de 28 947 especies de plantas vasculares identificadas (33,7% son endémicas) y para 7472 se tienen usos documentados en medicina, alimentos, materiales y servicios ambientales (Diazgranados 2022).

En este contexto, la comercialización de Productos Forestales No Maderables (PFNM) puede contribuir a la conservación de los bosques tropicales y ofrecer una estrategia intermedia de «conservación a través del aprovechamiento», contribuyendo además a la generación de ingresos complementarios y conservación de los medios de vida rurales (Ruiz Pérez et al. 2004; Shackleton et al. 2015; Wahlén 2017). Esto se alinea con el desarrollo de la bioeconomía en Colombia, que busca utilizar los PFNM para crear valor promoviendo la sustitución de compuestos sintéticos por naturales y diferenciando los productos colombianos en las cadenas de valor globales (Biointropic 2018; DNP 2018; ONUDI 2015).

El gobierno colombiano está implementando la Misión de Crecimiento Verde, aprovechando el capital natural del país y promoviendo la bioeconomía como un modelo para gestionar eficientemente la biodiversidad (Canales y Gómez 2020; DNP 2018). Esta bioeconomía se basa en el conocimiento y la innovación, y busca generar nuevos productos, procesos y servicios de alto valor agregado (DNP, 2018). Esta misión articula diferentes políticas a nivel nacional para que la bioeconomía potencie el desarrollo socioeconómico del país en cinco áreas y desafíos estratégicos para su regionalización: biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (SSEE); agro productivo y sostenible; biomasa y química verde; Colombia biointeligente; y salud y bienestar (Gobierno de Colombia 2020).

De igual forma, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) consolida el Plan Nacional de Negocios Verdes para dinamizar la oferta de bienes y servicios basados en el uso sostenible de la biodiversidad. Este Plan tiene como propósito potenciar las ventajas comparativas ambientales de cada región y asegurar que el medio ambiente sea un activo para la competitividad nacional (ONVS 2023). Los Negocios Verdes (NV) se caracterizan por ser actividades económicas con enfoque ecosistémico y de ciclo de vida completo de los bienes y servicios que ofrecen, generar impactos sociales y ambientales positivos a través de incorporar prácticas y tecnologías sostenibles que promuevan el desarrollo de los territorios en los que operan (Minambiente 2022).

Su impacto en el contexto nacional ha sido tan significativo que el MADS consolidó a los NV como una temática de trabajo estratégico y consolidó la Oficina de Negocios Verdes y Sostenibles (ONVS) para impulsar la promoción de empresas verdes con enfoque en la regionalización de los Modelos de Negocios Sostenibles (MNS) (Minambiente 2023). Estos modelos son una representación simplificada de las interrelaciones entre los grupos de interés de una organización, empresa o

mercado que busca la creación, entrega, captura e intercambio de valor de manera sostenible (Cortés y González 2023 b). Su objetivo principal es modificar los negocios convencionales al incorporar prácticas sostenibles a lo largo de su cadena de valor que se traduzcan en una ventaja competitiva y reflejan un equilibrio entre el medio natural y social con las actividades económicas (Goni et al. 2021).

Un elemento fundamental para generar un aprovechamiento sostenible del capital natural del país es la implementación de metodologías en biotecnología, que permitan la transformación de las especies nativas colombianas para la obtención de compuestos bioactivos de interés o el desarrollo de bioproductos con diferentes aplicaciones, este proceso de transformación implica la cohesión de un conjunto de técnicas de *up-stream*, extracción, procesamiento y *downstream* que garanticen una mayor eficiencia en el proceso de producción, esta rama de las ciencias biológicas enmarca numerosas disciplinas como la bioprospección, las ciencias ómicas, los bioprocesos y las operaciones de separación para la obtención de productos de interés (Clark y Pazdernik 2015).

Adicionalmente, el conocimiento ancestral transmitido por las comunidades indígenas en relación con las especies nativas es invaluable, ya que han desarrollado una profunda comprensión de sus propiedades y usos a lo largo de generaciones, teniendo un compilado de valiosas técnicas que contribuyen al desarrollo de procesos productivos sostenibles (Linares et al. 2021). La integración del saber ancestral en la bioeconomía es crucial para asegurar la preservación de las tradiciones culturales y el respeto por los derechos de las comunidades, lo cual es una gran apuesta en un país donde existen numerosas limitaciones tecnológicas y de desarrollo para los lugares aislados en donde estas comunidades se encuentran arraigadas.

Diferentes estudios respaldan la importancia de la bioeconomía basada en el saber ancestral en Colombia, los cuales destacan que la biodiversidad y el conocimiento tradicional son esenciales para desarrollar una bioeconomía sostenible en el país, así como la eficacia y el potencial económico del aprovechamiento sostenible de especies nativas (FAO 2018; SINCHI 2017). En este sentido, también ofrece oportunidades para la investigación y la innovación, el estudio de las propiedades y usos de las especies nativas puede conducir al descubrimiento de nuevos compuestos con potencial medicinal, agrícola, nutricional o industrial (Kor y Diazgranados 2023).

Bajo esta perspectiva, el Proyecto de Buenas Prácticas en bioeconomía y biodiversidad «Diseño de bioproductos y modelos de negocios sostenibles», a cargo del Instituto Humboldt en el marco de la red de investigación transdisciplinar ColombiaCONNECT, tuvo como objetivo principal de identificar especies de plantas útiles potenciales para la bioeconomía en la Reserva Natural La Planada (RNLP), con el fin de diseñar un bioproceso y estructurar un modelo de negocio sostenible para el desarrollo de un bioproducto a escala piloto. Lo anterior se enmarca en la Misión 4 del I. Humboldt, relacionada con «Negocios innovadores y sostenibles de la biodiversidad» y al desarrollo de la Misión Nacional de Bioeconomía (2030) en su área estratégica de «Biodiversidad y sus SSEE».

9.2 Antecedentes

La RNLN está ubicada en el municipio de Ricaurte (Nariño), esta Reserva fue creada en el año de 1982 y es propiedad del Resguardo Indígena Awá Pialapí-Pueblo Viejo (RIAPPV) desde el año 2010 (Santodomingo et al. 2022). La RNLN posee 3200 hectáreas de bosque de niebla, ecosistema clave para la conservación de la biodiversidad, siendo un refugio para numerosas especies endémicas y amenazadas, y desempeña un papel crucial en la protección de los SSEE en la región (Santodomingo et al. 2023).

La RNLN se encuentra en la zona de convergencia intertropical, un área influenciada por los Andes y el Pacífico colombiano, es reconocida como almacén vital de biodiversidad (Santodomingo et al. 2022). La RNLN alberga aproximadamente 2144 especies, incluyendo 1090 especies de plantas, 697 especies de animales, y 74 especies de hongos (Santodomingo et al. 2023; SIB Colombia 2020). A pesar de esta riqueza, los ecosistemas cercanos a la RNLN enfrentan amenazas por el cambio climático y la deforestación asociada a la expansión de la frontera agrícola y el incremento de los cultivos de uso ilícito (Aguilar et al. 2016; CAMAWARI 2002; RIAPPV 2021).

Desde la perspectiva social, la comunidad Awá del municipio de Ricaurte y en la RNLN enfrenta diferentes desafíos relacionados con el acceso a servicios públicos, educación superior limitada, y problemas de salud debido a la distancia a centros médicos (Ministerio de Educación 2018; Ministerio de Salud 2022). Además, la migración de la población joven a otras regiones por falta de oportunidades de empleo, lo que afecta el relevo generacional y la continuidad de procesos (Ortiz 2022). A nivel local las familias Awá tienen una marcada vocación agrícola, los principales cultivos son el plátano, caña panela, maíz, frijol, papa y frutales, así como pastos de corte para la alimentación de ganado bovino, otra actividad de gran importancia al interior del RIAPPV junto con la cría doméstica de especies menores (RIAPPV 2021; Santodomingo et al. 2022).

Actualmente la actividad económica principal en la RNLN es el turismo científico y de naturaleza, lo que representa un flujo constante de visitantes tanto locales como extranjeros con interés en biodiversidad, la cultura y productos locales. En los últimos años el proceso de turismo ha sido fortalecido por el proyecto «Diseño y prueba de una estrategia de innovación social de turismo de naturaleza científico en territorio ancestral Awá del Departamento Nariño» que contó con la participación del RIAPPV, el I. Humboldt, la Gobernación de Nariño y la Universidad de Nariño, generando una estrategia co-creada de turismo científico de naturaleza para la Reserva, sentando un precedente de colaboración en el territorio ancestral Awá (Santodomingo et al. 2023), además de evidenciar las oportunidades de consolidar redes de valor alrededor del turismo, por ejemplo, con el desarrollo de un bioproducto.

El Proyecto de Buenas Prácticas en bioeconomía y biodiversidad se enmarca el estudio de una especie nativa de la RNLN, *Capsicum annum*, los Awá en su idioma nativo llaman a la especie con el nombre común de «Chuit», mostrando un valor ancestral del cultivo y el consumo de la especie en este pueblo indígena. Particularmente, esta especie de *Solanácea* ha sido estudiada desde un componente biotecnológico por sus propiedades bioactivas y la presencia de metabolitos,

especialmente la capsaicina, un alcaloide que ha demostrado tener aplicación significativa en múltiples áreas, incluyendo la agroindustria, medicina y alimentos. Sus propiedades en estos campos han sido objeto de numerosos estudios científicos y su potencial continúa siendo explorado (Kim et al. 2001; Pal et al. 2010; Whiting et al. 2012; Park et al. 2015; Chon et al. 2017; Steinhoff et al. 2018).

Sus propiedades antimicrobianas, antioxidantes, analgésicas, antiinflamatorias y su capacidad para mejorar el sabor y la calidad de los productos la convierten en una biomolécula versátil. La capsaicina no solo ofrece oportunidades económicas en términos de producción y comercialización, sino que también puede tener beneficios ambientales al promover prácticas agrícolas sostenibles y reducir la dependencia de productos químicos sintéticos, su extracción y producción pueden realizarse de manera sostenible, respetando los principios de la bioeconomía, y contribuyendo así a la conservación de la biodiversidad y los recursos naturales.

El aprovechamiento biotecnológico de *C. annuum* motiva el desarrollo de un bioproducto que aprovecha las propiedades, componentes bioactivos y beneficios de la planta y se genere un proceso autosostenible de obtención de la materia prima. Este diseño y prototipado lleva consigo la investigación y selección de la variedad, la optimización de las condiciones de cultivo, los bioprocesos de transformación, el desarrollo de la formulación para el bioproducto alimentario, la evaluación de la calidad y el diseño del prototipo. Este planteamiento se desarrolla desde un enfoque multidisciplinario que involucra conocimientos de agronomía, ciencia de los alimentos, formulación, bioprocesos, desarrollo de productos y evaluación sensorial. Además, tiene en cuenta las regulaciones y normativas pertinentes en cuanto a seguridad alimentaria y etiquetado de productos.

La implementación de metodologías de biotecnología en comunidades indígenas a partir del diálogo y la valoración de los conocimientos locales se plantea como un medio para contribuir al desarrollo económico y social, dándose una integración y utilización óptima de los recursos biológicos para generar bioproductos sostenibles. En particular, en la RNLP se plantea la posibilidad del desarrollo de bioproductos como pilar para la implementación de un modelo bioeconómico, donde se potencien las capacidades, saberes y recursos de la comunidad, sin embargo, el planteamiento de esta posibilidad incluye la necesidad de diagnosticar las brechas en capacidad instalada, tecnológica y organizativa respecto al desarrollo del producto biobasado.

A partir de la información recopilada con el Pueblo Awá en un taller de oportunidades y barreras dentro del marco de este proyecto, se encontró que existe una concientización sobre estos factores que tienen influencia en la comunidad. Entre las oportunidades, se tiene una prelación por la generación de proyectos productivos con una distribución de 35,7% y por la siembra de plantas nativas con un 21,4%, seguidos de otras oportunidades como la generación de nuevos productos, la producción de alimentos orgánicos y el fortalecimiento e incentivo participación de jóvenes en la Reserva (Ramírez-Mejía 2023).

Sin embargo, el planteamiento de nuevos productos y el aprovechamiento del recurso natural trae consigo barreras ligadas al contexto de la RNLP, las cuales se identificaron como la poca producción

de productos propios (28,6%), la falta de interés de los jóvenes en la utilización del campo (21,4%), así como la presencia de plantas transgénicas, la «politiquería» o deslealtad en decisiones que afecten directamente a la comunidad y la falta de registros sanitarios (Ramírez-Mejía 2023).

Según Chinchilla & de la Rúa (2018), entre las barreras existentes para el desarrollo de bioproductos se encuentran las económicas, las normativas, las técnicas, las estructurales y las sociales. Las barreras mencionadas por la comunidad coinciden con lo planteado por los autores y, además, se tienen en cuenta otro tipo de factores como la reducida disponibilidad de financiación, exigente normativa, el coste de la materia prima y la baja disponibilidad de las tecnologías. El contexto social en la RNLP, tiene una fuerte incidencia de la presencia de cultivos ilícitos, seguido de la falta de oportunidades para la comercialización justa de sus cultivos base, por esta razón la apuesta biotecnológica en esta comunidad se plantea como una alternativa con un impacto positivo en su desarrollo desde una visión sostenible.

9.3 Metodología

Capacidad instalada para vivero, co-creación de bioproducto y desarrollo del proceso de transformación

Para la generación del bioproducto y el proyecto de vivero con la comunidad, se propuso un enfoque integral que combinó la selección de una variedad nativa de *C. annuum* en la RNLP, el mejoramiento de las condiciones de cultivo de materia prima, el desarrollo de una tecnología de procesamiento adecuada para la producción de un bioproducto alimentario y se visualiza el potencial desarrollo de un insecticida biológico basado en la misma especie para el control de plagas en el cultivo, con un enfoque circular en el aprovechamiento del recurso natural.

Inicialmente, se desarrolla la capacidad instalada para la obtención de la materia prima en la RNLP, considerando que, en el contexto inicial no existía una capacidad instalada real para la ejecución de actividades agrícolas. Es fundamental asegurar un suministro constante y de calidad de *C. annuum* para respaldar el bioproceso y garantizar la producción del bioproducto alimentario. De esta forma, se establece un vivero orgánico con condiciones óptimas de cultivo, considerando factores como el suelo, el riego, la fertilización, el control de plagas y enfermedades; maximizar el rendimiento y la calidad de la materia prima y garantizar la obtención de ingredientes orgánicos y libres de formulaciones sintéticas con el apoyo de profesionales en el área.

Una vez obtenida la materia prima de calidad, se desarrolla una tecnología de transformación para la obtención del bioproducto alimentario, basada en encuestas previas con la comunidad, mediante un proceso de co-creación enfocado en el conocimiento ancestral y el técnico. Se exploran diferentes métodos de fermentación y formulación para lograr un producto final con características organolépticas atractivas y propiedades nutricionales deseables, siendo esencial la presencia de la capsaicina en el producto final, como compuesto bioactivo con propiedades funcionales.

El bioproducto alimentario resultante se somete a análisis de calidad y seguridad alimentaria para garantizar el cumplimiento de estándares normativos y asegurar su viabilidad comercial. Se realiza una evaluación preliminar de la aceptación del producto por parte de consumidores potenciales a través de pruebas sensoriales. Adicionalmente, se plantea un enfoque cíclico, en el que visualiza el desarrollo de un insecticida biológico para el mismo cultivo, basado en las propiedades de la capsaicina y la alina.

Co-creación Modelo de Negocio Sostenible con la comunidad del RIAPPV

Para realizar el ejercicio de co-creación con la comunidad Awá se propone emplear un lienzo creado a partir de la metodología *Flourishing Business Canvas* que incorpora factores sociales, medio-ambientales y económicos necesarios para crear un MNS. Este lienzo fue diseñado específicamente para la ideación colaborativa del MNS del bioproducto y para este propósito fue complementado con elementos de las metodologías de *Value Proposition* (Strategyzer), análisis de Competidores y de Alianzas Estratégicas del Green Canvas de StartGreen y análisis de entorno del Canvas Biomimético (Cortés y González 2023 a).

De esta manera, la propuesta combina las dieciséis casillas tradicionales del Canvas de Florecimiento con tres nuevos elementos (Propósito del negocio, Competidores y Visión y Misión) y las 6 dimensiones del análisis PESTEL para poner el MNS en contexto con las limitaciones y oportunidades de su entorno para así crear un rompecabezas para la co-creación del MNS (Figura 1).

Este lienzo fue diligenciado con la información recolectada en un taller participativo de «Ideación de marca y propuesta de valor» con la comunidad Awá de la RNLP, donde se construyó conjuntamente el propósito, misión y visión del modelo de negocio al igual que la propuesta de valor del bioproducto y la identidad de marca. Durante el taller se emplearon herramientas metodológicas como mapas de empatía y diagramas de Venn para definir y caracterizar los clientes objetivo y el propósito del MNS. Adicionalmente, el taller fue un espacio para desarrollar el liderazgo dentro de la comunidad y consolidar un grupo base para establecer responsabilidades y roles para su implementación.

9.4 Resultados

Priorización de especies

Con la finalidad de cumplir con los objetivos del Proyecto se llevó a cabo un proceso de priorización de especies nativas de plantas en conjunto con la comunidad Awá de la RNLP para la ideación de una propuesta de valor diferencial, propia y que responda a las necesidades del territorio para formular un MNS de un bioproducto. Durante este proceso se realizó un taller etno-botánico, donde se identificaron 85 especies de plantas útiles para las categorías de alimentos, materiales, medicinas, combustibles, venenos, usos sociales y ambientales; así como las estructuras usadas (frutos, hojas, tallo, raíz, corteza, flores, cogollos, semillas o planta completa).

Estas especies fueron evaluadas a partir de información primaria y secundaria para tres grupos de criterios: ecológicos-biológicos (abundancia y productividad de la especie, impacto en la cosecha, usos y beneficios ecológicos); socio-culturales (procesos asociativos, de identidad y apropiación cultural, saberes tradicionales, y beneficios sociales); económico-tecnológicos (existencia de mercados o circuitos de comercialización, fuente de empleo, diversificación de ingresos, costos evitados y valor económico no monetario). Este conjunto de criterios permitió determinar las plantas útiles nativas de la RNLP que en el marco de la comercialización de PFNM o Ingredientes Naturales podrían contribuir al desarrollo de bioproductos y MNS basados en múltiples criterios de sostenibilidad en un contexto territorial (Murcia et al. 2023; Stockdale et al. 2019).

Posteriormente, según el nivel de esfuerzo requerido para su aprovechamiento, las especies fueron clasificadas empleando información secundaria para las dimensiones biológica-ecológica y económica-tecnológica según su potencial (Rojas y Cortés 2023): i) alto: esfuerzo mínimo para aprovechar un PFNM altamente renovable (hojas, flores o frutos) de una especie muy productiva y de rápido crecimiento; ii) medio: esfuerzo medio para cosechar PFNM (látex, resinas, gomas o aceites) de una especie de productividad media pero diversidad de usos; y iii) bajo: mayor esfuerzo para cosechar PFNM (plantas enteras, raíces o corteza) de una especie poco abundante y con productividad baja. Como resultado se redujo el listado inicial de especies a cuatro especies con un potencial alto y medio para las dimensiones evaluadas: *Capsicum annum* (Chuit), *Wettinia kalbreyeri* (Palma Gualte), *Anthurium andraeanum* (Anturio rojo) y *Croton spruceanus* (Sangre de Drago) (Rojas y Cortés 2023).

A partir de encuestas con la comunidad se priorizó el Chuit (*C. annum*) y el Anturio rojo (*A. andraeanum*), dado que las otras dos especies con mejor desempeño no cuentan con abundancia al interior del RIAPPV o la RNLP. Se concluyó que el chuit debía ser la especie seleccionada para diseñar el bioproducto debido a su desempeño superior en todas las dimensiones de sostenibilidad, y contar con diversos usos reportados; esta visión se validó a través de un proceso de votación comunitario.

Potencial de la especie priorizada y bioproceso

El bioproceso global que se plantea para este desarrollo tecnológico involucra dos estadios (Figura 2), el inicial se refiere directamente al proceso de producción de materia prima, generando la capacidad instalada en el vivero de la RNLP, allí se disponen los espacios cultivables para realizar la siembra simultánea en suelo y en macetas, la cual tiene una retroalimentación relacionada con el crecimiento del cultivo. Posteriormente, el segundo estadio fue el proceso de transformación de materia prima, la cual es obtenida directamente de los cultivos, aquí se generan una serie de bioprocesos y procesos físicos para obtener los productos finales, los cuales consisten en un bioproducto alimentario basado en una salsa de chuit, obtenido en condiciones orgánicas y por fermentación propia del medio líquido usado en la formulación, y un bioproducto agrícola para el control biológico de plagas, obtenido por una serie de transformaciones físico-químicas.

Canvas de florecimiento

Lienzo de modelo de negocio de tres dimensiones: Económica, Social y Medioambiental.

Económica: Co-creación de valor, Co-destrucción, Propuesta de valor, Estructura de costos.

Socioeconómicos: Stakeholders, Alianzas estratégicas, Gobernanza, Modelo de beneficio.












Socioambiental: Actores del ecosistema, Necesidades Actividades Clave y Recursos clave.

Medioambiente: Inventario biofísico, Servicios ecosistémicos.

+ PESTEL



Figura 1: Lienzo de propuesta metodológica para co-creación de MNS. Fuente: Elaboración propia (2023).

 <p>Co-creación de valor</p> <p>¿Qué propuestas de valor son co-creadas con cada stakeholder para satisfacer sus necesidades del ahora y del futuro?</p>	 <p>Relaciones</p> <p>Tipo de interacciones humanas que necesita el negocio para florecer y cómo se deberían desarrollar y mantener a lo largo del tiempo para su supervivencia</p> <p>¿Qué tipo de relaciones necesito establecer, cultivar y mantener con mis stakeholders a través de los canales de mi negocio para co-crear o co-destruir valor?</p>	 <p>Competidores</p> <p>Identificar los competidores principales, la intensidad de competencia en el mercado, la relevancia de la sostenibilidad en la industria y el tipo de ventaja competitiva la sostenibilidad podría otorgar al modelo de negocio en el largo plazo</p>	 <p>Actores del Ecosistema</p> <p>Individuos, organizaciones y otros seres vivos que pueden ser afectados positiva y/o negativamente por las actividades clave</p> <p>¿Quiénes y qué tendrían un interés en la existencia del negocio?</p>	
 <p>Co destrucción de valor</p> <p>¿Cuáles son las propuestas negativas de valor del negocio?</p> <p>¿Qué valor es destruido por las interacciones conjuntas con los stakeholders?</p>	 <p>Canales</p> <p>¿Qué canales van a ser utilizados por el negocio para comunicar, interactuar y desarrollar las relaciones deseadas con los stakeholders?</p>	 <p>Stakeholders</p> <p>Son los emprendedores/ fundadores, los clientes, empleados y sus familias, inversionistas y bancos, proveedores, la comunidad, las ONGs, los medios, los reguladores de la industria, las entidades que apoyan o amenazan la empresa, entidades del gobierno</p> <p>¿Cómo es cada actor involucrado en el negocio? ¿Qué rol cumple cada actor?</p>	 <p>Necesidades</p> <p>¿Qué necesidades fundamentales experimentan los actores y si este negocio responde a estas?</p>	
 <p>Propuesta de valor</p> <p>La promesa de valor al cliente y/o comunidad de un beneficio único con el producto/servicio a ofrecer que resuelve un problemática/necesidad importante.</p>	 <p>Modelo de Beneficios</p> <p>Flujo de beneficios monetarios y no-monetarios del negocio</p> <p>¿Cuáles son los beneficios derivados de cada Co-creación de valor, y/o para la entrega de Productos/Servicios?</p> <p>¿Cómo este modelo de negocio elige medir los beneficios de su operación?</p> <p>¿Cómo contabiliza esta empresa los beneficios sociales y medioambientales que pueden no estar monetizados?</p>			
 <p>Visión y objetivos</p> <p>Expresiones breves que describen los objetivos a largo plazo como una imagen clara de una realidad alcanzable.</p>				

 <p>Tecnológicos</p>	 <p>Ambientales</p>	 <p>Legales</p>
--	---	---

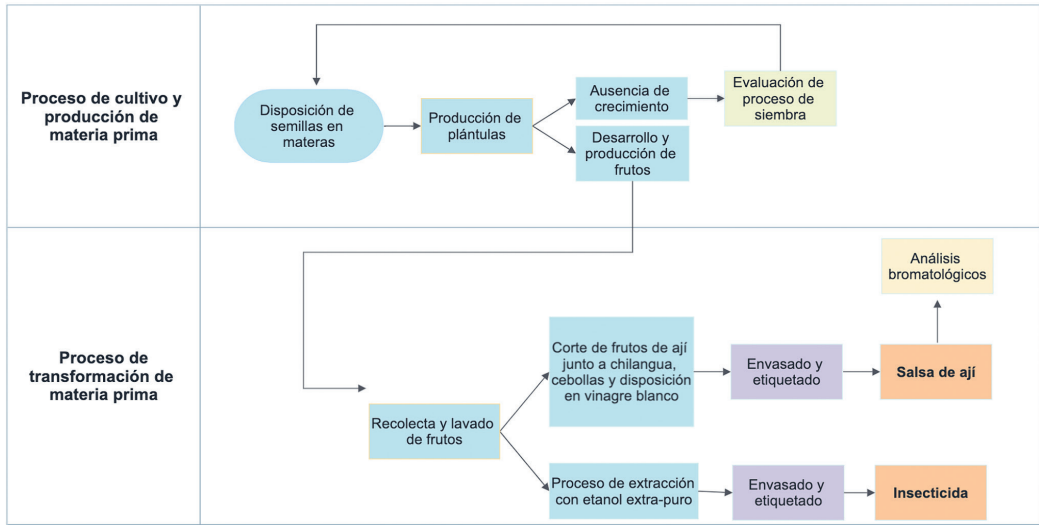


Figura 2: Visión general del bioproceso para desarrollo de bioproductos basados en *Capsicum annuum*.

La salsa de *C. annuum* se distingue por su sabor y capacidad para agregar un toque picante a diversos platos, además tiene un componente biotecnológico que es el aprovechamiento de fuentes de azúcares fermentables para la generación de ácido acético, y se presenta como producto completamente orgánico, que desde la materia prima es cuidadosamente desarrollado desde una perspectiva amigable con el ambiente.

El prototipado del bioproducto, se generó como un proceso iterativo, basándose en características como sabor, textura, nivel de picante y presentación visual. Para la selección de ingredientes de este prototipo, se eligen los condimentos consecuentes con encuestas y grupos focales realizados con la comunidad Awá, entre estos se encuentran frutos de *C. Annuum*, vinagre obtenido por fermentación, sal, cebolla, ajo y chillangua (*Eryngium foetidum*), otra planta nativa de la comunidad, posteriormente se desarrolló el proceso de producción del bioproducto alimentario como se plantea en la Figura 3.

El proceso de producción varía dependiendo de la cantidad de chuit en el producto final, por lo que se genera el desarrollo de tres subproductos (picante alto, medio y bajo). Esta salsa se presenta como un producto versátil, además se ha sugerido que el consumo de *C. annuum* puede tener beneficios para la salud, como la reducción de enfermedades gastrointestinales, la estimulación del metabolismo y la liberación de endorfinas, siendo un bioproducto diferencial debido a su producción orgánica y a su potencial para generar valor en el pueblo indígena Awá.

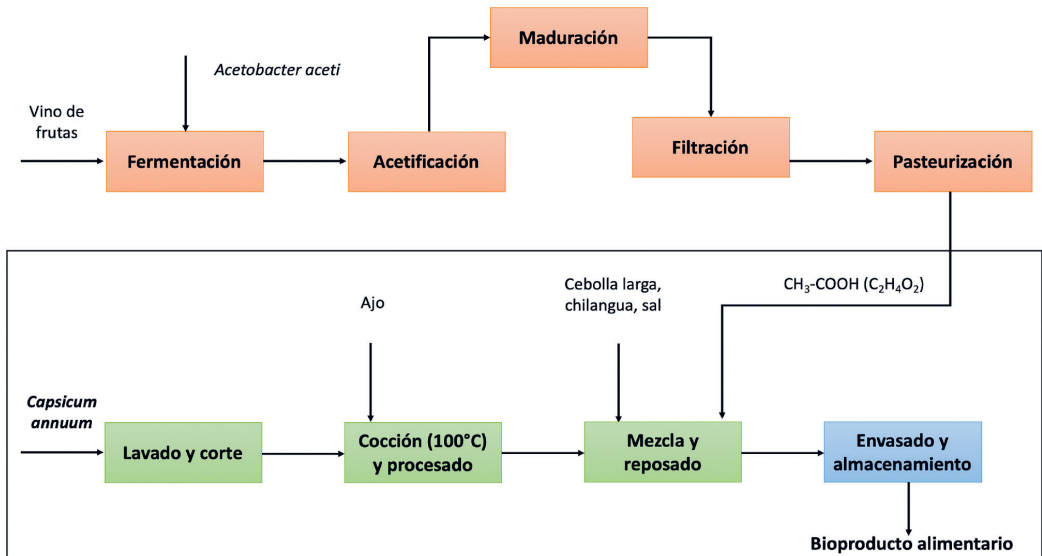


Figura 3: Diagrama de proceso para desarrollo de bioproducto alimentario basado en *Capsicum annum*.

Aunque la sofisticación tecnológica de este tipo de procesos se muestre como una transformación de bajo valor agregado, su relevancia yace en la transferencia en doble vía de conocimiento con el Pueblo Awá que permita establecer una gobernanza para la generación de más procesos. A su vez, la apuesta por tener productos comerciales, genera retos respecto al cumplimiento de normativas de producción, control microbiológico, plan de control de calidad y control de producción.

Modelo de Negocio Sostenible co-creado

Al identificar las oportunidades del *C. annum* como bioproducto al igual que la disposición para consolidar su bioproceso en la RNL, se realizó un proceso de co-creación junto a la comunidad Awá para consolidar una idea de negocio diferencial enmarcada en la sostenibilidad diligenciando el Lienzo de Florecimiento de negocio (ver Figura 4). Mediante un taller de «Ideación de marca y propuesta de valor» se buscó co-crear un bioproducto emblemático del Pueblo Awá alineado a sus valores y objetivos como grupo en búsqueda de una alternativa económica.

Una vez definida la receta de la salsa picante, se pensó conjuntamente el nombre, eslogan, empaque y etiqueta que mejor refleja la propuesta del negocio Awá. Mediante una lluvia de ideas con el grupo base se llega al nombre y eslogan para la marca comunitaria: «Awá Chuit, para que no se olvide de la posada». De igual forma, se llegó a un acuerdo para el logo, colores de las etiquetas para las 3 salsas picantes: verde (picante bajo), naranja (picante medio), y rojo (picante alto). Por último, se eligió la forma de envase de vidrio de 250 ml para envasar el bioproducto.



Figura 4: Lienzo completo de MNS para la salsa de ají Awá Chuil.

el uso del chuil en la comunidad salsa de ají ancestral y orgánica que



Relaciones



Competidores

Empresas productoras de salsas picantes artesanales a base de vinagre



Actores del Ecosistema



Canales



Grupos de interés



Necesidades



Modelo de Beneficios

Beneficios económicos y sociales derivados del desarrollo del bioproducto



Posteriormente, junto al grupo base se identificaron motivadores y aspiraciones que se alinearan a la propuesta de valor (prospección) y para construir el propósito del MNS, se buscaron las intersecciones entre la pasión, misión, profesión y vocación de la comunidad respondiendo a diferentes preguntas. Con estos resultados se logró consolidar el propósito de la marca comunitaria en una frase, guía y razón de ser del MNS:

«El propósito de la marca Awá Chuit es fortalecer el uso del chuit en la comunidad mediante la comercialización de una receta de salsa de ají ancestral y orgánica que sea insignia de la unión de la RNLP y el RIAPPV».

Por otro lado, para hacer una descripción detallada del grupo de clientes objetivo identificados previamente a través de un estudio de Inteligencia Competitiva y Vigilancia Comercial de la especie y bioproducto, se utilizaron mapas de empatía como herramienta visual para identificar frustraciones, aspiraciones, sentimientos, acciones y perspectivas relevantes al momento de crear y capturar valor. Teniendo en cuenta que el propósito de marca es el fortalecimiento del consumo del Chuit en la comunidad, el primer cliente objetivo es la comunidad Awá (fuera y dentro del RIAPPV). Por lo anterior, se identificó las preferencias y conocimientos relacionados al consumo del ají, preocupaciones como comunidad y posibles soluciones a necesidades grupales. Al mismo tiempo se validaron 3 mapas de empatía para los clientes potenciales restantes: restaurantes de Ricaurte, tiendas de productos artesanales y ecológicos de Pasto y turistas científicos y de naturaleza de la RNLP.

Tras desarrollar y validar los cuatro mapas de empatía con la comunidad, se procedió a co-crear la propuesta de valor con la información de los pasos anteriores. El propósito de marca junto con las frustraciones, alegrías y preferencias de los clientes objetivo, son los insumos para realizar el encaje producto-mercado objetivo (ver Figura 5). En una lluvia de ideas, se completó la plantilla de propuesta de valor para la marca *Awá Chuit* que consolida cómo el bioproducto es una propuesta innovadora y diferencial que genera valor agregado para los clientes objetivo con impacto ambiental y social positivo:

«Nuestra salsa artesanal "Awá Chuit", elaborada a partir de ají y vinagre, se presenta como una opción ideal para restaurantes, distribuidores de productos orgánicos y turistas que buscan una experiencia gastronómica auténtica, basada en ingredientes naturales y sin conservantes. Esta salsa no solo complementa una variedad de recetas, sino que también respalda un emprendimiento arraigado en la comunidad Awá, fomentando así la conservación del emblemático bosque de niebla en la RNLP».

Teniendo en cuenta que el propósito es el corazón del MNS, se empleó para definir la visión (*¿hasta dónde se quiere llegar?*) del proceso comunitario y la definición de éxito del MNS. Para la comunidad Awá, el éxito del modelo consiste en que la marca sea un emprendimiento colectivo, emblemático de la RNLP y que sus salsas «*Awá Chuit*» se consuman dentro del RIAPPV, en el restaurante de la RNLP y por la misma comunidad Awá. A largo plazo, la visión se enfoca en consolidar un MNS en crecimiento que fomente la cooperación y el fortalecimiento cultural del Pueblo Awá. *Awá Chuit* ofrecerá un portafolio de productos derivados del chuit (ají), destacando su propuesta de valor

diferencial con beneficios económicos, ambientales y sociales. Esta marca local y orgánica se expandirá a nivel regional, nacional e internacional, aportando a la sostenibilidad y reconocimiento de la comunidad Awá y la RNLP.

Esta misión y visión se alinea con diferentes objetivos económicos, sociales y ambientales específicos establecidos por los participantes y el equipo técnico: concretar ventas a los clientes objetivo (turistas, restaurantes locales y tiendas ecológicas); la búsqueda del punto de equilibrio a través de la diversificación de canales de venta, alianzas estratégicas y estrategias de mercadeo digital, garantizando la viabilidad financiera del MNS; consolidar el grupo de trabajo base, inclusión de nuevas personas en el proceso y fortalecimiento de la marca en la comunidad para crear compromisos claros y ampliar la capacidad de producción para contribuir al bienestar de la comunidad; protección del entorno a través de la producción orgánica (viverismo), el aprovechamiento de residuos y la educación ambiental de la comunidad.

Con la finalidad de cumplir estos objetivos, durante la planificación del desarrollo del bioproducto, se destacó la importancia de una organización comunitaria sólida. Los miembros del grupo base enfatizaron en la necesidad de continuar con los participantes actuales antes de incorporar nuevos miembros, los cuales acordaron aprender sobre todas las etapas del proceso y trabajar juntos en labores de vivero, de producción y comercialización. Además, se concertaron reuniones mensuales de trabajo conjunto, así como seguimiento semanal de las actividades. Por último, se propuso la articulación y comunicación constante con otros proyectos de la RNLP y del RIAPPV una vez consolidado el proceso.

9.5 Discusión

El Proyecto buscó el fortalecimiento de la identidad cultural del Pueblo Awá a partir de la creación de la marca *Awá Chuit* desde la RNLP, un lugar clave para la identidad de la comunidad como sitio de conservación y de conexión con su herencia ancestral. La RNLP desempeña un papel esencial en la protección de la biodiversidad y los SSEE en la región, por lo cual, se considera importante la creación de alternativas económicas que tengan en cuenta los medios de vida de la comunidad y refuerce los procesos organizativos del RIAPPV. A nivel local, el chuit es un cultivo con profundos vínculos culturales, se cultiva sin químicos y se emplea para el autoconsumo de las familias, sin embargo, la producción es limitada a pesar de su potencial económico.

El proceso productivo y comercial en torno al bioproducto se encuentra limitado por la capacidad organizativa al interior de la comunidad del RIAPPV, actualmente no existen esquemas de gobernanza para los procesos productivos a nivel local. El fortalecimiento de la gobernanza es un paso obligatorio para la consolidación del MNS propuesto, por lo que las alianzas estratégicas son vitales para la continuación y supervivencia del negocio comunitario a largo plazo. De igual forma se requiere inversión en equipos para el establecimiento de esquemas para la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados del aprovechamiento de la especie que garanticen los retornos a la conservación y al bienestar de los actores interesados.

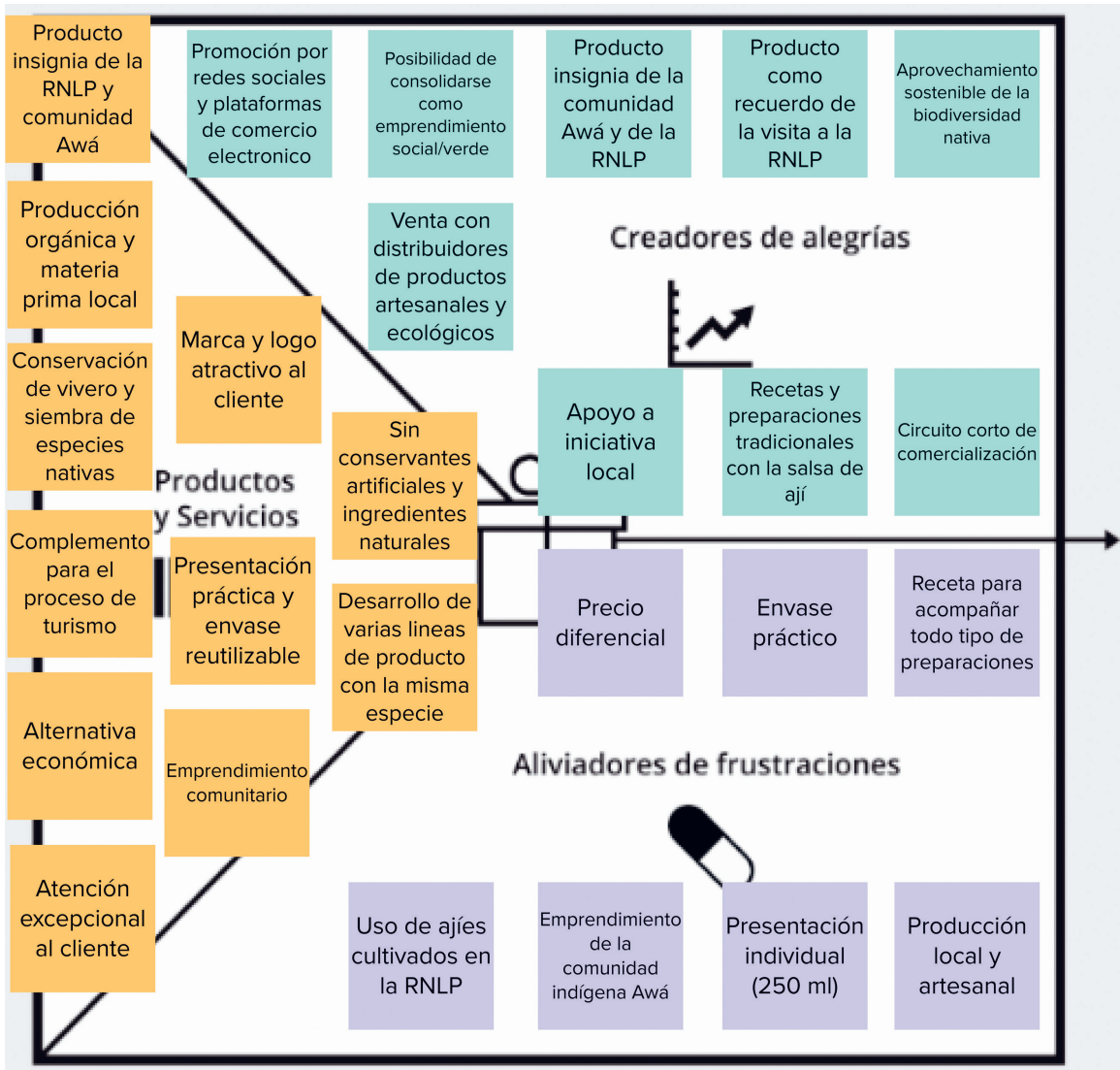
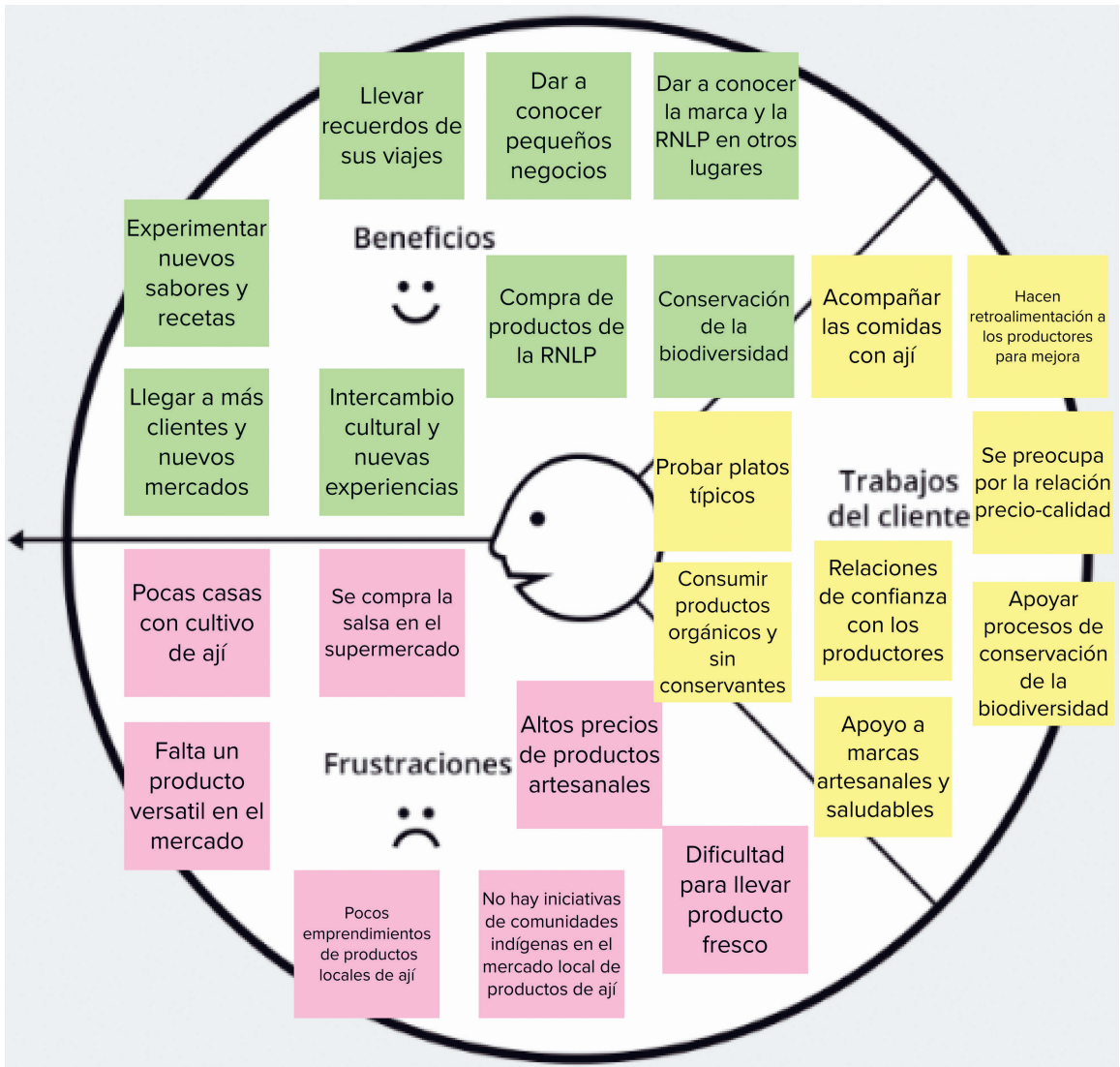


Figura 5: Propuesta de valor para la salsa de ají Awá Chuit.



Por otro lado, la existencia de un mercado regional y nacional, donde las salsas de ají a base de vinagre son demandadas por establecimientos y turistas, crea una ventana de oportunidad para el escalamiento futuro del MNS. A su vez, al ser una propuesta con enfoque social y ambiental, es llamativa para un grupo de clientes con poder adquisitivo que están dispuestos a pagar un precio mayor por un producto comunitario, ecológico y con ingredientes naturales. Lo anterior hace posible acceder a nuevos mercados y la generación de ingresos adicionales para la comunidad Awá, además de promover el consumo de la especie dentro y fuera del RIAPPV.

El éxito del MNS también está determinado por las interacciones humanas alrededor de la cadena de valor y el proceso productivo. Para consolidar el MNS co-creado, se requiere de la participación activa no solo del grupo base del Proyecto, sino de los diferentes grupos de interés para la formulación o validación de la propuesta de negocio. Para el MNS con la comunidad Awá, la no imposición de especies al momento de la priorización al igual que la co-creación de la identidad de marca (nombre, eslogan, etiqueta, misión y visión) fue clave para incorporar los valores, visiones, aspiraciones y saberes Awá al modelo.

Más allá de esto, la consolidación de las relaciones humanas es de vital importancia para el desarrollo y éxito de cada división del negocio, donde la cooperación, el compromiso, el respeto a los acuerdos y la transparencia son claves para cumplir con la misión y visión de la marca. Así, el proceso de co-creación implicó el trabajo horizontal en conjunto para idear, proponer y ejecutar, así, todos los integrantes del grupo base tienen voz y voto en la toma de decisiones y la oportunidad de ser partícipes de cada etapa del proceso.

El aprovechamiento sostenible de la biodiversidad ofrece perspectivas excepcionales y oportunidades únicas para la creación de una propuesta de valor diferencial. Esta estrategia no solo tiene el potencial de contribuir a la comunidad indígena con ingresos adicionales, sino que también promueve la conservación del entorno natural y el patrimonio cultural. Al generar bioproductos con un enfoque sostenible basados en plantas nativas del Pueblo Awá, se genera un enfoque distintivo para los consumidores y los mercados, fomentando así un comercio responsable que beneficia tanto a la comunidad como al medio ambiente.

Por último, aunque inicialmente se generen apuestas de procesos con bajo valor agregado en la transformación del recurso biológico, el componente formativo de este tipo de procesos es el que genera mayor influencia en la gobernanza de la comunidad, permitiendo a futuro fomentar proyectos más complejos y con mayor ganancia económica para las comunidades.

9.6 Recomendaciones y aprendizajes

- 1) La apuesta biotecnológica con las comunidades indígenas colombianas debe realizarse dentro de un marco estratégico mayormente retador y propositivo, el cual involucra procesos más elaborados con una generación mayor de valor agregado, que traiga consigo mayor oferta tecnológica en sus bioproductos. Específicamente el Pueblo Awá tiene un conocimiento

tradicional respecto a procesos de transformación de su materia prima que permite generar sofisticación en los procesos, un ejemplo de esto es llegar a niveles de transformación intermedio del chuit como extractos o encapsulados.

- 2) Para el éxito del MNS del bioproducto de ají, es crucial involucrar activamente a más miembros de la comunidad Awá en las decisiones y establecer comunicación efectiva con las autoridades del RIAPPV. Además, se deben forjar alianzas a largo plazo con organizaciones y empresas con propósitos afines en sostenibilidad y conservación para promover y financiar futuras etapas y escalamiento del negocio.
- 3) Una de las principales barreras para la implementación exitosa del MNS diseñado es el acceso al mercado, por lo tanto, es fundamental fomentar circuitos cortos de comercialización a través de alianzas con mercados locales, restaurantes y tiendas ecológicas. Esto permitirá reducir intermediarios, fortalecer la conexión entre productores y consumidores, y garantizar precios justos y transparentes.
- 4) Anclar la cadena del bioproducto con la de turismo es una oportunidad para llegar a los clientes objetivo y nuevos segmentos de mercado. Como producto insignia de la RNLP, la salsa se venderá en la tienda de recuerdos y se puede contemplar la posibilidad hacer una cata con preparaciones de la comunidad o una experiencia chuit que involucre el proceso de producción y la participación en actividades relacionadas en el marco de los servicios turísticos de la RNLP.
- 5) Al compartir historias auténticas sobre la comunidad Awá, el proceso de producción y los valores de conservación en las redes sociales se puede resaltar el propósito detrás del producto. Este contenido debe emplear fotografías y videos de buena calidad para mostrar las diferentes etapas del proceso, los atractivos bioculturales de la RNLP y la marca Awá Chuit.
- 6) Aprovechar las plataformas de marketing y redes sociales de la RNLP y del negocio de salsas *Awá Chuit* para promocionar mutuamente ambos productos de la comunidad. Esto aumentará la visibilidad y atraerá a visitantes interesados en la experiencia gastronómica y en la conservación.
- 7) La generación de continuidad en los proyectos y procesos vinculados a la transformación biotecnológica del recurso natural es esencial para asegurar mayor desarrollo económico y sofisticación de los procesos de los pueblos indígenas. Esta continuidad en apoyo presupuestal y técnico es una estrategia que plantea soporte a comunidades como el Pueblo Awá para permitir un establecimiento de modelos en bioeconomía con base en sostenibilidad, en caso contrario, genera panoramas donde no se garantiza la culminación de los procesos para asegurar ganancias económicas y motivación para generación de nuevos procesos.

9.7 Referencias

Aguilar-Gómez, D. C., J. J. Cruz-Medina, J. D. Sánchez-Vargas y S. E. Torres-Cháves. 2016. Nuevas formas de resistencia transnacional: la lucha Awá, 2009–2014. *Internacional Law: Revista Colombiana de Derecho Internacional* 29: 9–56. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.il14-29.nfrt>.

Biointropic. 2018. Estudio sobre Bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia No 1 240 667. Fase I. Obtenido de: <https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/ejes-tematicos/Bioeconomia/informe%201/ANX1.%20An%C3%A1lisis%20mercado%20internacional%20BIO.pdf>.

CAMAWARI – Cabildo Mayor de Ricaurte. 2002. Plan de Vida Awa, Tuntu Awa Puram. Ricaurte, Nariño. 48 pág.

Canales, N. y J. Gómez González. 2020. Diálogo de política sobre bioeconomía para el desarrollo sostenible en Colombia. Reporte de SEI, mayo de 2020. Stockholm Environment Institute (SEI), Bogotá.

Chinchilla, P. C. y I. A. de la Rúa. 2018. Las bioindustrias en el entorno de la bioeconomía: necesidades, oportunidades y beneficios. *Mediterráneo económico* 31: 203–217.

Chon, S. H., E. Champion, L. M. Geddes-McCowan, P. McNaughton y R. A. Eady. 2017. Capsaicin in dermatology. *International Journal of Dermatology* 56 (8): 827–834.

Clark, D. P. y N. J. Pazdernik. 2015. Biotechnology. Newnes. ISBN: 9 780 123 850 157.

Cortés y González. 2023 a. Documento con la sistematización de las herramientas metodológicas y técnicas aplicadas. Proyecto suscrito entre el Instituto Humboldt y la Universidad Justus Liebig Gießen.

Cortés y González. 2023 b. Modelo de negocio sostenible co-creado con la comunidad Awá de la Reserva Natural La Planada para el desarrollo de un bioproducto de salsa de ají a base de vinagre. Proyecto suscrito entre el Instituto Humboldt y la Universidad Justus Liebig Gießen.

Diazgranados, M., D. Hammond, M. T. Rojas, K. White, M. Mira, C. Castellanos-Castro, C. Gutiérrez y T. Ulian. 2022. The Useful Plants and Fungi of Colombia (UPFC) project: delivering botanical knowledge to support conservation and sustainable development. In: *Catalogue of Useful Plants of Colombia*, editado por R. Negrão et al., 21–33. London: Royal Botanic Gardens, Kew Publishing.

Diazgranados, M. 2022. A taxonomic summary of useful plants in Colombia. In: *Catalogue of Useful Plants of Colombia*, editado por R. Negrão et al., 135–147. London: Royal Botanic Gardens, Kew Publishing.

DNP. 2018. Política de Crecimiento Verde (Documentos CONPES 3934). Departamento Nacional de Planeación, 114 pág. Bogotá, D.C.: Departamento Nacional de Planeación. Obtenido de: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Economicos/3934.pdf>.

FAO. 2018. Biodiversidad y Bioeconomía: Generando beneficios económicos y conservando los recursos naturales en Colombia. Obtenido de: <http://www.fao.org/3/i8577es/i8577ES.pdf>.

- Gobierno de Colombia. 2020. Bioeconomía para una Colombia Potencia viva y diversa: Hacia una sociedad impulsada por el Conocimiento. Obtenido de: https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/paginas/bioeconomia_para_un_crecimiento_sostenible-qm_print.pdf.
- Goni, F. A., A. Gholamzadeh Chofreh, Z. Estaki Orakani, J. J. Klemes, M. Davoudi y A. Mardani. 2021. Sustainable business model: A review and framework development. *Clean Technologies and Environmental Policy* 23: 889–897. <https://doi.org/10.1007/s10098-020-01886-z>.
- Kim, S., S. Park, J. Kim, C. K. Lee y J. Yoon. 2001. Antioxidant and antimicrobial activities of capsaicinoids and capsinoids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49 (5): 2161–2165.
- Kor, L. y M. Diazgranados. 2023. Identifying important plant areas for useful plant species in Colombia. *Biological Conservation* 284: [110 187]. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2023.110187>.
- Linares, P., J. C. Cruz y A. González. 2021. Bioeconomía en Colombia: situación actual, retos y oportunidades. *Gestión y Ambiente* 24 (1): 93–114.
- Ministerio de Educación. 2018. Estadísticas generales de educación superior – 2018. Obtenido de: https://www.mineducacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/articles-212352_galeria_21.xlsx.
- Ministerio de Salud. 2022. Cifras del aseguramiento en salud. Obtenido de: <https://www.minsalud.gov.co/proteccionsocial/Paginas/cifras-aseguramiento-salud.aspx>.
- Minambiente – Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Colombia. 2023. Sitio oficial del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. Obtenido de: <https://www.minambiente.gov.co/>.
- Minambiente – Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Colombia (2022) Plan Nacional de Negocios Verdes 2022–2030. Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Biointropic y Corporación Biocomercio Sostenible.
- Murcia, M., C. Cortés, M. T. Rojas Rueda, R. Acuña, B. Amaya, L. Arce, C. Bernal-Mattos, C. Consuegra, et al. 2023. Caja de Herramientas para la Valorización de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Oficina de negocios verdes. 2023. Negocios verdes. Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. Obtenido de: <https://www.negociosverdes.gov.co/oficina-de-negocios-verdes/>.
- ONU. 2015. Dinámica comercial y económica del sector cosméticos e ingredientes naturales en Colombia. Obtenido de: https://www.unido.org/sites/default/files/files/2019-02/Informe_02_Onudi-2015-Web_Dinámica.pdf.

- Ortiz, L. P. 2022. Caracterización y análisis de la información socioeconómica de los medios de vida y sistemas socioprodutivos presentes en la Reserva Natural La Planada y el Resguardo de Pialapí Pueblo Viejo. Proyecto "Diseño y prueba de una estrategia de innovación social de turismo de naturaleza científico en territorio ancestral awá del departamento de Nariño". Resguardo Indígena Awá Pialiapí Pueblo Viejo, Instituto Humboldt y Universidad de Nariño, 121 pág.
- Pal, S., S. Deshmukh y V. Kalia. 2010. Evaluation of capsaicin as a natural insecticide against agricultural pests. *International Journal of Pest Management* 56 (3): 247–252. doi:10.1080/09670870903502810.
- Park, S. Y., S. S. Lim, Y. J. Ko, D. J. Park y S. H. Lee. 2015. Capsaicinoids enhance quality and microbial safety of sliced peppers (*Capsicum annuum* L.). *Scientia Horticulturae* 192: 430–434.
- Ramírez-Mejía, J. M. 2023. Oportunidades y barreras para el aprovechamiento comercial de especies de la biodiversidad, mediante la ideación y co-creación de un bioproducto viable. Proyecto suscrito entre el Instituto Humboldt y la Universidad Justus Liebig Gießen.
- RIAPPV – Resguardo Indígena Piala-Pí Pueblo Viejo. 2021. Plan de Vida Resguardo Indígena Piala-Pí Pueblo Viejo, 97 pág.
- Rincón-Bermúdez, S., J. Toro y J. Burgos. 2009. Lineamientos guía para la evaluación de criterios de biodiversidad en los estudios ambientales requeridos para licenciamiento ambiental. Biodiversidad y estudios de impacto ambiental. Elementos para evaluadores. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt e Instituto de Estudios Ambientales de la Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D. C., Colombia, 124 pág.
- Rojas, M. T. y C. A. Cortés. 2023. Priorización de especies de plantas útiles potenciales para la Bioeconomía en La Reserva Natural La Planada (Nariño). Proyecto suscrito entre el Instituto Humboldt y la Universidad Justus Liebig Gießen.
- Ruiz-Perez, M., B. Belcher, R. Achdiawan, M. Alexiades, C. Aubertin, J. Caballero, B. Campbell, et al. 2004. Markets drive the specialization strategies of Forest Peoples. *Ecology and Society* 9 (2): 4. <https://doi.org/10.5751/es-00655-090204>.
- Santodomingo, F., C. Bernal-Mattos., R. Ortiz, F. Guanga, A. García., Resguardo Indígena Awá Pialapí Pueblo Viejo, C. Arias y T. Paz. 2023. #NKAL SAK AWA SU. Diálogo entre la Reserva Natural La Planada y el Katsa Su. Bogotá, Columbia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. <http://hdl.handle.net/20.500.11761/36183>.

- Santodomingo, A. F., D. R. Pérez, C. Bernal, C. Arias, D. Lara, T. Paz, J. Torres y X. Galeano. 2022. Línea base generada de información socioecológica del área de estudio: Reserva Natural La Planada. Proyecto "Diseño y prueba de una estrategia de innovación social de turismo de naturaleza científico en territorio ancestral awá del departamento de Nariño". Resguardo Indígena Awá Pialapi Pueblo Viejo, Instituto Humboldt y Universidad de Nariño, 227 pág.
- Shackleton, C. M., T. Ticktin y A. K. Pandey. 2015. Introduction: the need to understand the ecological sustainability of non-timber forest products harvesting systems. In: *Ecological Sustainability for NonTimber Forest Products: Dynamics and Case Studies of Harvesting*, editado por C. M. Shackleton, A. K. Pandey y T. Ticktin, 3–11. Oxon y New York: Routledge.
- SINCHI. 2017. Experiencias exitosas en la Amazonía colombiana: Estrategias para la bioeconomía y el manejo sostenible de los recursos naturales. Obtenido de: https://sinchi.org.co/estrategias_bioeconomia.pdf.
- Sistema de Información sobre biodiversidad de Colombia (SIB Colombia). 2020. Registros biológicos históricos. En: *La Reserva Natural La Planada y El Resguardo Pialapi Pueblo Viejo a 31 de diciembre de 2019*.
- Steinhoff, M., F. Cevikbas, A. Ikoma, T. G. Berger y S. Trivedi. 2018. Role of the neuropeptide CGRP in dermatology. *Experimental Dermatology* 27 (5): 390–395.
- Stockdale, M., B. López y J. Blauert. 2019. Manejo comunitario sustentable de Productos Forestales no Maderables. Un manual para América Latina. ISBN: 978–607–502–709–6.
- Wahlén, C. B. 2017. Opportunities for making the invisible visible: Towards an improved understanding of the economic contributions of NTFPs. *Forest Policy and Economics* 84: 11–19. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2017.04.006>.
- Whiting, S., E. Derbyshire y B. K. Tiwari. 2012. Capsaicinoids and capsinoids. A potential role for weight management? A systematic review of the evidence. *Appetite* 59 (2): 341–348. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2012.05.015>.

10 La acuaponía como ejercicio de sostenibilidad integrada: más allá de lo social, lo ambiental y lo económico

Jenny Leal Flórez

Grupo de Investigación en Sistemas Marinos y Costeros – GISMAC, Universidad de Antioquia, Campus Ciencias del Mar, Turbo, Urabá, Antioquia, Colombia

La Corporación Centro de Excelencia en Ciencias Marinas (CEMarin), Bogotá, Colombia

Fabio E. Castaño Rivera

Grupo de Investigación en Sistemas Marinos y Costeros – GISMAC, Universidad de Antioquia, Campus Ciencias del Mar, Turbo, Urabá, Antioquia, Colombia

Mónica L. Álvarez Mateus

Universidad Cooperativa de Colombia, Campus Apartadó, Urabá, Antioquia, Colombia*

Con contribuciones editoriales de Claudia Wilke

10.1 Introducción

A pesar de contar con territorio en dos de los grandes océanos del planeta, la pesca y la acuicultura en Colombia, a diferencia de otros países, no están incluidas en los primeros renglones de actividades económicas y son consideradas actividades mayormente «masculinas» y de baja rentabilidad.

* *Citación recomendada:*

Leal Flórez, J., F. E. Castaño Rivera y M. L. Álvarez Mateus. 2024. La acuaponía como ejercicio de sostenibilidad integrada: más allá de lo social, lo ambiental y lo económico. En: *Uso equitativo y sostenible de los recursos biológicos en Colombia: del concepto a la práctica*, editado por K.-Z. Lee, A. M. Aguirre Cañas, D. Morales y C. Bernal-Mattos, pp. 126–132. Stuttgart: Fraunhofer Verlag. <https://doi.org/10.24406/publica-3301>.

Bajo esa perspectiva, quienes las practican no cuentan con el suficiente acompañamiento y fortalecimiento organizativo gremial que les permita participar de forma contundente en los escenarios donde se discuten y deciden las políticas de desarrollo del país. De hecho, Colombia, aunque geográficamente cuenta con más del 50% de su territorio cubierto por mares y ríos, no tiene unas políticas claras con enfoque sostenible para manejar sus recursos acuícolas y pesqueros. Esto se evidencia en los cambios ocurridos en las tres últimas décadas de entidad rectora del sector pesquero y acuícola, asignación de un presupuesto cada vez más reducido al sector, y la creciente destrucción de las fuentes de agua y sus ecosistemas asociados en el país (Leal-Flórez et al. 2017).

La subregión de Urabá es una zona estratégica para el desarrollo portuario, con alto potencial productivo y de comercio, donde se concentran parte de las mejores tierras del departamento de Antioquia, que dieron origen a la producción y exportación del banano, desarrollo agroindustrial que generó gran demanda laboral, así como inversión nacional y extranjera (Gaviria y Muñoz 2007). Sin embargo, Urabá es la segunda subregión con mayor porcentaje de desplazados (20,3%), en Antioquia así como con mayor abandono forzado de tierras, con 15,2% del total departamental, equivalentes a 3336,4 ha (Gaviria y Muñoz 2007). Esta situación hace que la gran mayoría de la población con vocación agropecuaria (incluidas la pesca y la acuicultura), además de ser considerada vulnerable, presente un restringido acceso a terrenos propios de un tamaño adecuado (mínimo 5 ha) para implementar cultivos rentables en tierra. Bajo este contexto, la Universidad de Antioquia, con aliados clave como ColombiaCONNECT y CEMarin, se ha dado a la tarea de generar nuevo conocimiento que permita plantear un modelo agropecuario que además de ser altamente productivo y rentable, sea inclusivo, portátil, integralmente sostenible y aplicable en terrenos pequeños de 500 m² en adelante.

Adicionalmente, este modelo agropecuario se orienta hacia tecnologías que garanticen una mejor calidad de agua para la producción acuícola, por lo que se incluyen sistemas como los de recirculación de agua (SRA) y la acuaponía. Estas tecnologías en su conjunto operan con un 90% menos de agua que los sistemas tradicionales para producir 1 kg de pescado, pudiendo alcanzar altas densidades de cultivo que superan los 60 kg/m³. Además, el uso reducido del agua es un enorme beneficio para la producción de peces: mientras que la piscicultura tradicional depende totalmente de una fuente de agua externa cuyas condiciones físicas, químicas y microbiológicas suelen estar mayormente por fuera del control del sistema, con estas tecnologías de ciclo cerrado, estos factores externos pueden ser controlados por completo (Bregnballe 2015).

La Acuaponía, presenta cualidades técnicas que se acomodan a las circunstancias particulares de las poblaciones costeras. Este sistema combina el cultivo de peces y hortalizas en sistemas de recirculación de agua artesanales, en tamaños ajustables al espacio disponible y en tiempos relativamente cortos (12 a 15 meses). Los aspectos técnicos de orden productivo y sanitario, están resueltos al trabajar con especies de comprobada adaptación para la producción acuícola, y los costos de implementación si bien pueden ser altos, se compensan una vez se alcanza el equilibrio económico, debido a beneficios tangibles e intangibles de muy alto valor, como son: 1) la operación requiere de poco personal con adecuada capacitación, 2) la comunidad tiene acceso directo a un alimento más integral (proteína animal y vegetales de alto valor nutritivo), 3) se combina producción de peces y

plantas reduciendo los tiempos de cosecha y aumentando la productividad por las condiciones del sistema, 4) se puede integrar la producción al resto de la actividad de granja para combinar con otras actividades productivas como la cría de animales alimentados por productos del sistema, que a su vez devuelven materia orgánica al mismo, 5) se pueden explorar mercados locales y externos especializados en producción limpia y comercio justo, que suelen pagar precios más altos al productor, y finalmente 6) la versatilidad del modelo permite experimentar con especies nuevas según los requerimientos de los mercados de interés.

Sumando a lo anterior, al ser un esquema de producción doble propósito (peces y plantas) la economía familiar se diversifica favoreciendo las entradas económicas y mejorando el flujo de caja que es el mayor obstáculo para la sobrevivencia de los emprendimientos agropecuarios de pequeña escala. Además, la acuaponía es dos veces más productiva por metro cuadrado que la agricultura tradicional, es un sistema de producción orgánica muy eficiente en el uso de agua, técnicamente viable y sobre todo, ambientalmente sostenible.

En la región del Urabá a las mujeres les resulta más difícil acceder al empleo frente al género masculino. En el Perfil de Desarrollo Subregión Urabá desarrollado por la Universidad de Antioquia (2020), la tasa de desempleo femenino para el 2019 fue el doble de la masculina con un 24,2%, datos similares a los reportados en el informe socioeconómico de la Cámara de Comercio de Urabá (2020), en el que la tasa de desempleo femenino es del 15% mientras que la masculina es del 8,4%. Esta situación se torna alarmante cuando se tiene en cuenta que como consecuencia del conflicto armado del país, muchas mujeres en Urabá han perdido a sus compañeros, sus hijos u otros seres queridos, sufriendo además ellas mismas otros tipos de violencias que las han marcado emocionalmente sin oportunidad de sanar las heridas ante la necesidad de asumir el liderazgo de sus familias.

Con todo esto en mente, y haciendo uso de lo aprendido en más de 15 años de trabajo participativo con los pobladores costeros propendiendo por la conservación y uso sostenible de los recursos naturales de la región, la Universidad de Antioquia en alianza con ColombiaCONNECT, CEMarin y otras instituciones locales, e. g. SENA, ha desarrollado en la sede de Tulenapa (Carepa) un laboratorio de sostenibilidad integrada. Este espacio se enfoca en el entrenamiento para la implementación de la acuaponía como una herramienta que permite no solo la formación técnica sino el acompañamiento psico-social para el empoderamiento de población vulnerable (e. g. víctimas del conflicto armado de Colombia), con un especial énfasis en mujeres cabezas de familia, que ven en la acuaponía una oportunidad de negocio y crecimiento personal.

Para ese propósito, el laboratorio cuenta con un sistema acuapónico compuesto por seis tanques para peces, de 4 m³ de capacidad, para producir 180 kg de pescado mensual, y 5 camas hidropónicas de 20 m² para producir hortalizas. Adicionalmente, por estar dentro de las instalaciones de la sede Tulenapa que es además una estación de campo de la Universidad de Antioquia, se cuenta no solo con espacios adecuados para actividades académicas como clases, conferencias y encuentros, sino también con espacios para alojamiento y esparcimiento. Todo ello permite que el laboratorio sea un lugar adecuado para el entrenamiento técnico y el acompañamiento en otros ámbitos.

Atendiendo a las circunstancias de las mujeres cabezas de familia, en el laboratorio de sostenibilidad integrada, se facilita un esquema de trabajo de medio tiempo por bloques, uno en la mañana y otro en la tarde, que permite a las mujeres cabeza de familia, seguir atendiendo sus labores del hogar. Además, se brinda, no solo una capacitación técnica en todo lo relacionado con la acuaponía, sino también un acompañamiento psicosocial con actividades que aportan al empoderamiento participativo, la comprensión del trabajo en equipo, el bien común y la tolerancia al fracaso, entre otros, que permiten a las mujeres superar obstáculos a nivel personal y familiar. Este acompañamiento psicosocial, es entendido como un acercamiento a los «procesos que influyen en las relaciones sociales de las personas y a su vez están influidos por las circunstancias sociales y que suponen subprocesos de carácter cognoscitivo, emotivo, motivacional que tienen consecuencias conductuales» (Montero 2004). Entonces, es en estos subprocesos en los cuales se centra el acompañamiento brindado, que a la vez ha sido el medio para la gestación de espacios apropiados para fortalecer el tejido socioemocional, en la que en algunas mujeres han vivenciado procesos intrapersonales profundos, como sanar eventos traumáticos a nivel familiar y personal causados por el conflicto armado y todo lo que esto conlleva, como desplazamiento y desaparición forzada. Estas experiencias traumáticas han estado enmarcadas por violaciones sexuales, psicológicas, físicas y duelos no resueltos que en el mayor de los casos, son posibles obstáculos para el desarrollo personal y para mejorar la calidad de vida.

10.2 Logros

En medio de la pandemia, en 2021, cuando aún en Colombia no se abrían las universidades al público para actividades presenciales, iniciamos el montaje del laboratorio de sostenibilidad integrada en instalaciones de la sede de estudios agroecológicos de la Universidad de Antioquia, conocida como Tulenapa, ubicada en el municipio de Carepa en la región de Urabá. Además de las dificultades propias del ejercicio de la virtualidad, totalmente nuevo para nosotros, nos enfrentamos al incremento inesperado de precios derivado no solo de la pandemia sino de una serie de conflictos sociales que se generaron a nivel nacional y global, al incumplimiento de compromisos de la alcaldía del municipio de Turbo que fue un aliado inicial del laboratorio y a las consecuencias de un persistente fenómeno de la Niña que nos sometió a casi cuatro años consecutivos de lluvias.

Nuestro primer logro importante es haber persistido y puesto en marcha el laboratorio exitosamente, logrando no solo emular condiciones similares a las que las comunidades costeras encuentran en su entorno, sino también la participación de un grupo de cinco mujeres, que si bien es reducido por todas las dificultades mencionadas, mostró gran interés en nuestra propuesta.

El segundo logro fue que este grupo de mujeres se mantuvo firme durante todo el tiempo de espera hasta que el laboratorio alcanzó el equilibrio económico que permitió que la producción de peces y hortalizas cubriera los gastos de funcionamiento del sistema para iniciar la esperada etapa de generación de empleos, que beneficiaría directamente a estas mujeres.

Un tercer logro, quizá uno de los más importantes, es que a través del trabajo de acompañamiento psicosocial, estas mujeres lograron mayor conciencia de sus heridas y cicatrices emocionales y de las posibilidades de crecimiento que ellas mismas podían crear, permitiéndoles avizorar maneras de superación de los dolores y tristezas acumulados de muchos años de violencias. Esa es una de las muchas formas que existen de alcanzar la paz.

El cuarto logro, otro de esos importantes, es que además del grupo de mujeres mencionadas, también se involucró a la Federación de Pescadores y Acuicultores Artesanales del Golfo de Urabá-Darién (FEDEPESGUDA), quienes intercambiaron experiencias técnicas con el personal del proyecto.

10.3 Lecciones aprendidas

Además de los imponderables ya mencionados, hay uno de ellos que afectó de manera drástica la continuidad del proyecto y el impacto económico que se esperaba tener en el grupo de mujeres participantes: en febrero de 2023, un error humano externo causó la muerte repentina de más del 80% de los peces durante la etapa de inicio de autosostenibilidad económica, con lo que se perdió el equilibrio alcanzado tanto a nivel económico como biológico dentro del sistema. Dado que no se había logrado un ahorro suficiente para afrontar la emergencia, esto obligó a cerrar el proyecto al público y cesar las actividades con el grupo de mujeres, puesto que, por su situación económica, ellas precisaban de un apoyo financiero inmediato que el proyecto ya no podía brindarles.

Si bien ese accidente pareciera haber terminado con el laboratorio, las relaciones logradas con FEDEPESGUDA, permitieron que las actividades de producción y entrenamiento técnico continuarán hasta cosechar toda la existencia de peces y hortalizas en diciembre de 2024, gracias al trabajo voluntario de varios de sus miembros.

Varias lecciones se derivan de los logros y de las dificultades:

- La sostenibilidad puede llamarse integrada cuando incluye no solo los tres pilares tradicionales (lo ambiental, lo social y lo económico) sino también un cuarto pilar que es transversal, y por ende a veces imperceptible, que es lo emocional, lo concerniente al individuo como la suma de cuerpo, mente y alma. Si el ser humano no está fortalecido en su interior, de manera espiritual y emocional, es difícil que logre una verdadera interacción con su comunidad (lo social), con su entorno físico (lo ambiental) y con el sistema económico, de modo que cualquier proceso que emprenda se sostenga armoniosamente en el tiempo.
- El laboratorio de sostenibilidad integrada pretende emular condiciones similares a aquellas que experimentan las personas de las comunidades participantes, que están usualmente ubicadas en lugares con poco o ningún acceso a las tecnologías. Sin embargo, es innegable que los avances tecnológicos actuales pueden permitir elegir entre algunas formas sencillas y baratas de automatizar los monitoreos de variables físicas, químicas y biológicas e incluir alarmas remotas que habrían permitido una mejor preparación para afrontar el error humano que causó la mortandad de peces mencionada. Así que un nuevo reto del laboratorio, además de la investigación en

nuevas especies cultivables, es la innovación con tecnologías que se adapten a las condiciones que viven las mujeres cabeza de familia y sus comunidades.

- Si bien el pilar de lo económico es muy importante en la sostenibilidad, la experiencia vivida con el empoderamiento del grupo de mujeres y el compromiso inquebrantable de las comunidades nos enseña, que los pilares de lo emocional, lo social y lo ambiental son fundamentales y constituyen la base para que aquel se asegure.

10.4 Consideraciones finales

Si bien es cierto que Colombia ha avanzado en garantizar la igualdad de género, es importante señalar que aún existe desigualdad de las mujeres frente a los hombres en problemáticas multidimensionales a lo largo del ciclo vital y estas se agudizan de acuerdo con las características y condiciones del territorio y a los diferentes grupos sociales a los que pertenezca la mujer (CONPES 2022). Por esta razón es importante seguir implementando y fortaleciendo por medio, de este tipo de experiencias de crecimiento integrado, como es el caso del proyecto que nos ocupa, porque permite dar solución a las problemáticas multidimensionales en aspectos económicos, psicológicos, educativos, sociales y ambientales, a la vez que contribuye al cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible 2 (hambre cero, seguridad y soberanía alimentaria), 5 (equidad de género), 13 (acción por el agua) y 14 (vida submarina), entre otros.

Este proyecto, no solamente aporta al cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible, sino que, adicionalmente contribuye a fortalecer la política de Estado cuya agenda legislativa busca fortalecer los derechos de la mujer principalmente en oportunidades de empleo, emprendimiento y posibilidades de acceso a nivel educativo. Esto significa que las mujeres tengan las posibilidades de generar más ingresos económicos (CONPES 2022), que permite a su vez, potencializar los medios o formas para satisfacer las necesidades básicas fundamentales, como son supervivencia, protección, entendimiento, afecto, creación, participación y libertad (Neef et al. 2006). Es importante tener en cuenta que en este laboratorio, con relación al componente psicosocial, las necesidades básicas fundamentales de las mujeres participantes, no son vistas como carencias sino como potencialidades por las que las mujeres tienen la posibilidad de hacer procesos de desaprendizaje y reaprendizaje que permiten la transformación de sus realidades y de esta manera se contribuye a la construcción de paz, no solo a nivel del individuo, sino también a nivel de su grupo familiar, su comunidad y el entorno en el que interactúa.

10.5 Referencias

- Bregnballe, J. 2015. A Guide to Recirculation Aquaculture. An introduction to the new environmentally friendly and highly productive closed fish farming systems. The Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and EUROFISH International Organization, 93 pág.
- Consejo Territorial de Planeación de Antioquia – CTPA. 2020. Perfil de Desarrollo Subregional. Subregión Urabá de Antioquia, 44 pág.
- Documento Conpes. 2022. Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) 4080 de 2022. Por la cual se adopta la Política Pública de Equidad de Género para las Mujeres: Hacia el desarrollo sostenible del país. 18 de abril de 2022. Obtenido de: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%20C3%B3micos/4080.pdf>.
- Gaviria Garcés, C. F. y J. C. Muñoz Mora. 2007. Desplazamiento forzado y propiedad de la tierra en Antioquia, 1996–2004. *Lecturas de Economía* 66: 9–46.
- Leal-Flórez, J., et al. 2017. Lineamientos Prioritarios para la Formulación de un Ordenamiento Pesquero del Golfo de Urabá – LOPEGU. Informe Técnico del Convenio especial de investigación para la cooperación No. 4600000983. Universidad de Antioquia – Gobernación de Antioquia. Turbo, Antioquia.
- Montero, M. 2004. Introducción a la psicología comunitaria. Desarrollo, conceptos y procesos. Editorial Paidós. Buenos Aires, Argentina. ISBN: 950–12–4523–3.
- Neef, M., A. Elizalde y M. Hopenhayn. 2006. Desarrollo a escala humana: conceptos, aplicaciones y algunas reflexiones. Icaria Editorial. ISBN: 84–7426–217–8.

11 Talleres en ColombiaCONNECT: la importancia de las reuniones cara a cara en una «nueva normalidad»

Steffen U. Pauls

Senckenberg Research Institute and Natural History Museum Frankfurt, Frankfurt a. M., Germany

Institute of Insect Biotechnology, Justus Liebig University Giessen, Giessen, Germany

Kerstin Höntsch

Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung, Frankfurt a. M., Germany*

Con contribuciones editoriales de Claudia Wilke

11.1 Trabajar en red en la era de la «nueva normalidad»

La pandemia de COVID-19 marcó el comienzo de una «nueva normalidad» que ha transformado nuestra forma de vivir y trabajar. Un cambio significativo ha sido la adopción generalizada de talleres y conferencias virtuales. Mientras navegamos por este paisaje en evolución, es esencial examinar las oportunidades que presentan estos eventos digitales y cómo están reconfigurando las industrias, los negocios y las vidas personales.

Desde el inicio de la pandemia, las reuniones en persona son cada vez menos frecuentes. En un principio, esto se debió a problemas de salud y restricciones para viajar. Mientras tanto, los eventos virtuales han surgido como una alternativa viable a las reuniones en persona, ofreciendo numerosas

* *Citación recomendada:*

Pauls, S. U. y K. Höntsch. 2024. Talleres en ColombiaCONNECT: la importancia de las reuniones cara a cara en una «nueva normalidad». En: *Uso equitativo y sostenible de los recursos biológicos en Colombia: del concepto a la práctica*, editado por K.-Z. Lee, A. M. Aguirre Cañas, D. Morales y C. Bernal-Mattos, pp. 133–138. Stuttgart: Fraunhofer Verlag. <https://doi.org/10.24406/publica-3302>.

ventajas en términos de accesibilidad, rentabilidad y sostenibilidad medioambiental (An et al. 2023). Por ejemplo, Tao et al. (2021) demuestran que pasar de una conferencia presencial a una modalidad puramente virtual reduce sustancialmente la huella de carbono en un 94%, un resultado en línea con anteriores análisis del ciclo de vida de conferencias presenciales y virtuales.

En el contexto de ColombiaCONNECT, un proyecto centrado en el desarrollo y el uso sostenibles de los recursos biológicos, el potencial para reducir el impacto medioambiental de las actividades de creación de redes en los proyectos de investigación resulta de especial interés. Además de reducir las emisiones de carbono, los eventos virtuales suelen conllevar costes significativamente inferiores a los de sus homólogos presenciales. Los organizadores se ahorran el alquiler del local, el catering y los gastos de viaje, lo que facilita la asignación de recursos a contenidos, tecnología y marketing. Esta rentabilidad se extiende a los asistentes, que pueden acceder a contenidos de alta calidad sin gastar demasiado, lo que democratiza el conocimiento y las oportunidades de establecer contactos.

Teniendo en cuenta el esfuerzo mundial para reducir el impacto del cambio climático y las ventajas financieras de los formatos de reunión virtuales, es probable que el número de reuniones científicas en persona disminuya a largo plazo. Esto supone un reto especial para los proyectos de creación de redes y los formatos científicos que dependen de las interacciones cara a cara para generar la confianza necesaria entre los socios (Schroeder et al. 2014; Griffiths 2022). En el caso de conferencias de mayor envergadura, los eventos *multihub* pueden constituir un medio para mitigar el impacto ambiental y maximizar las interacciones cara a cara (Tao et al. 2021). En el caso de eventos de menor envergadura, por ejemplo talleres, en los que los eventos *multihub* son inviables, resulta primordial una planificación estratégica cuidadosa de una combinación de eventos presenciales y virtuales.

Por supuesto, los eventos virtuales también tienen sus propios costes medioambientales. Para mitigarlos, las organizaciones pueden invertir en energías renovables para los centros de datos, promover la eficiencia energética y dar prioridad a la gestión responsable de los residuos electrónicos. Así pues, equilibrar los beneficios de las conferencias virtuales con su impacto ambiental es relativamente fácil, pero también esencial. De lo contrario, las ventajas de las conferencias virtuales dejarán de compensar sus limitaciones, que son muchas.

La creación de redes cara a cara ofrece claras ventajas sobre los formatos virtuales, ya que fomenta conexiones más profundas y mejora las relaciones profesionales (Griffiths 2022). Algunas de las principales ventajas son:

- Mayor conexión personal: las interacciones en persona permiten a los individuos establecer conexiones personales genuinas. El lenguaje corporal, las señales no verbales, el contacto visual y las expresiones faciales permiten una mejor comunicación y comprensión, facilitando la relación y la creación de confianza (por ejemplo, Schroeder et al. 2014).
- Serendipia del networking: los encuentros fortuitos en eventos físicos pueden dar lugar a valiosas oportunidades. Las interacciones imprevistas que se producen en el mundo real pueden dar lugar a colaboraciones, asociaciones o conocimientos inesperados.

- Ambiente social beneficioso: los eventos físicos suelen incluir elementos sociales como pausas para el café, almuerzos o recepciones nocturnas. Estos entornos informales ofrecen la oportunidad de establecer contactos y relaciones.
- Mayor memorabilidad: las reuniones cara a cara son más memorables que los encuentros virtuales, lo que ayuda a que las personas y sus mensajes destaquen en la mente de los demás.
- Mejor comprensión cultural: comprender los matices culturales y las costumbres suele ser más fácil en persona, lo que evita malentendidos y fomenta el respeto en las redes internacionales.

Aunque las videoconferencias ofrecen comodidad y eficacia, el networking cara a cara sigue siendo esencial para establecer relaciones profesionales sólidas y duraderas. La combinación de ambos enfoques puede proporcionar una estrategia de networking completa que aproveche las ventajas únicas de cada uno de ellos.

11.2 Talleres en ColombiaCONNECT

Los talleres de ColombiaCONNECT fueron un paquete de trabajo central para el trabajo en red durante el desarrollo de la red. Los tres talleres del proyecto se vieron muy afectados, aunque de forma diferente, por la crisis de COVID y las consiguientes restricciones en los viajes y las interacciones sociales.

El primer taller se organizó a través del Instituto de Paz Colombo-Alemán CAPAZ y se celebró necesariamente en formato en línea. Por lo tanto, fue seguro desde el punto de vista médico, pero sólo permitió interacciones limitadas a los participantes que siguieron las presentaciones y los debates en línea. El segundo taller se celebró como taller híbrido, y el tercero como taller presencial con posibilidad de participación en línea.

Durante el segundo taller, celebrado en el Instituto de Investigación Senckenberg y el Museo de Historia Natural de Fráncfort, el Instituto Fraunhofer de Recursos Biológicos y la Universidad Justus Liebig de Giessen, se produjeron numerosas infecciones por COVID que afectaron tanto a los anfitriones como a los participantes en el taller. Esto limitó enormemente la eficacia del taller. El tercer taller, organizado principalmente como acto presencial por el Instituto Humboldt, fue sin duda el más importante para establecer contactos, generar confianza y fomentar conexiones para interacciones a largo plazo. No es de extrañar, por tanto, que muchos de los planes para el desarrollo a largo plazo de la red no se concretaran hasta el tercer taller.

Así pues, en el contexto del establecimiento de una red a largo plazo, tenemos que concluir que una mezcla de talleres en línea y presenciales sería un compromiso ideal entre la sostenibilidad y el éxito de la creación de redes. Tenemos la impresión de que, una vez completado el equipo del proyecto, un taller presencial al principio de la fase del proyecto es vital para generar confianza y compromiso en las primeras fases del proyecto. Los talleres de seguimiento pueden realizarse en formatos híbridos o en línea para reducir el impacto medioambiental general del trabajo en red. Pero las primeras reuniones en persona de la fase inicial son fundamentales para generar confianza entre los

11 La importancia de las reuniones cara a cara en una «nueva normalidad»



Figura 1: Participantes del taller presencial ColombiaCONNECT en el Instituto Fraunhofer de Recursos Biológicos debatiendo en pequeños grupos de trabajo.

participantes y fomentar las conexiones personales, dos ingredientes esenciales para establecer una red a largo plazo.

Un resultado importante y tangible de los talleres, al que sólo se pudo llegar mediante interacciones cara a cara y la creación de confianza asociada, fue la definición de «sostenibilidad» en el contexto de Colombia y ColombiaCONNECT. Las discusiones que condujeron a esta definición se centraron en las tres dimensiones de la sostenibilidad (ecología, economía y sociedad), examinando los conceptos tradicionales y modernos de sostenibilidad, y analizando críticamente la visión occidental de la sostenibilidad, ya que ha sido asociada con el «imperialismo verde» (Wilke y Morales, este volumen). En un principio, los participantes en el taller consideraron que una definición universal de sostenibilidad para Colombia podría ser imposible, dada la diversidad étnica, biológica y geográfica del país y la preocupación por el imperialismo verde. Sin embargo, para algunas partes interesadas, incluidos los grupos marginados, y para algunas zonas geográficas, una definición clara podría facilitar la gestión. Tras acordar que la definición debía ser lingüísticamente sencilla, concisa, contextualizada, establecer un equilibrio entre los aspectos socioeconómicos y ambientales, estar arraigada en las cosmovisiones y filosofías de las comunidades indígenas y reconocer los derechos de los ecosistemas

y sus valores intrínsecos, los participantes en el taller ColombiaCONNECT propusieron la siguiente definición de trabajo de la sostenibilidad en Colombia:

«La sostenibilidad es el derecho de las personas y la naturaleza a vivir en equilibrio» (Wilke y Morales 2024).

Este resultado central de ColombiaCONNECT fue facilitado a través de discusiones en persona tanto en entornos formales como informales. Por tanto, destaca la necesidad de seguir utilizando formatos presenciales para generar confianza entre los socios del proyecto y de la red.

11.3 Lecciones aprendidas

Otro resultado importante de los talleres en línea, híbridos y presenciales de ColombiaCONNECT son las recomendaciones sobre el desarrollo de redes internacionales estratégicas y la planificación de talleres de trabajo en red adecuados. Entre ellas se incluyen:

- Atraer y retener a los principales agentes y expertos elaborando una estrategia de desarrollo sostenible de la red desde el principio, incluida la posible financiación a largo plazo. Elaborar y presentar claramente los beneficios de la red para las respectivas partes implicadas. Esto también significa que es esencial formular objetivos claros a corto, medio y largo plazo y desarrollar conjuntamente una estrategia para alcanzarlos.
- Los contactos personales son esenciales para establecer y ampliar la red y crear una base para futuros proyectos. Por ello, es importante aprovechar los contactos personales existentes al concebir la red y utilizar formatos que permitan desarrollar nuevos contactos personales durante el proyecto, especialmente en las primeras fases. Si es posible, programe reuniones personales al principio del proyecto, tan pronto como todos los miembros clave de la red o del proyecto estén a bordo. Esto significa que una reunión inicial puede no ser la más importante para los contactos personales, ya que el personal y los coordinadores del proyecto pueden no estar todavía a bordo. Para reducir los viajes de larga distancia, desarrolle una estrategia clara que combine las reuniones presenciales con las virtuales.
- Durante los actos presenciales, deje tiempo suficiente para generar confianza entre las partes interesadas. Garantice la movilidad de los socios para reforzar la cooperación internacional y la tutoría de jóvenes científicos. El objetivo debe ser crear una asociación igualitaria. Esto significa que hay que garantizar una comunicación clara, personal y continua dentro de la red y un flujo de información y datos sin trabas entre todas las partes interesadas.
- La interdisciplinariedad requiere un entendimiento común y el intercambio de conocimientos, ya que los términos técnicos pueden tener significados diferentes en las distintas disciplinas. Lo mismo ocurre en las redes multiculturales. Hay que tener en cuenta las distintas disciplinas, las diferencias culturales y las posibles agendas políticas divergentes de los socios y países implicados. Es aconsejable implicar a alguien que conozca «ambos mundos». Hay que llegar a un entendimiento común, preferiblemente en persona. Los resultados deben desembocar en un acuerdo

marco jurídico de cooperación sencillo y básico, lo más simplificado y comprensible posible, para no generar obstáculos jurídicos.

Las colaboraciones transnacionales de investigación deben establecerse y fomentarse de forma especialmente concienzuda. Sólo si las colaboraciones prometedoras se persiguen a largo plazo y se construyen y amplían como redes sostenibles podrán tener un éxito duradero a la hora de promover acciones positivas y encontrar soluciones a los retos mundiales. El trabajo en red es complejo y requiere tiempo y recursos. Sin embargo, si tiene éxito y se crean sinergias, aumenta la eficacia del trabajo y se sientan las bases para proyectos e interacciones de mayor envergadura.

11.4 Referencias

- An, N., C. Huang, Y. Shen, J. Wang, J. Yao y P. F. Yuan. 2023. Retos de la reducción de emisiones de carbono mediante el modelo de educación en talleres. *Heliyon* 9: e13404. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13404>.
- Griffiths, L. 2022. La batalla de las reuniones: ¿Virtual vs. In-Person – Which is Better? Obtenido de: <https://www.jdsupra.com/legalnews/the-battle-of-the-meetings-virtual-vs-1221700>.
- Schroeder, J., J. Risen, F. Gino y M. Norton. 2014. El apretón de manos promueve la negociación cooperativa (29 de mayo de 2014). SSRN. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2443551>.
- Tao, Y., D. Steckel, J. J. Klemeš y F. You. 2021. La tendencia hacia conferencias virtuales e híbridas puede ser una estrategia eficaz para mitigar el cambio climático. *Nature Communications* 12: 7324. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-27251-2>.
- Wilke, T. y D. Morales. 2024. Salvando las distancias: integrar los conceptos modernos y tradicionales de sostenibilidad en Colombia. En: *Uso equitativo y sostenible de los recursos biológicos en Colombia: del concepto a la práctica*, editado por K.-Z. Lee, A. M. Aguirre Cañas, D. Morales y C. Bernal-Mattos, S. 16–32. Stuttgart: Fraunhofer Verlag. <https://doi.org/10.24406/publica-3293>.

Table of contents

Foreword	141
1 Biological resources in Colombia's strategic relationship with Germany	143
Yadir Salazar Mejía	
2 Bridging the gap: Integrating modern and traditional concepts of sustainability in Colombia	152
Thomas Wilke & Diana Morales	
3 What is the potential of biodiversity and bioeconomy in the 21st century?	168
Kwang-Zin Lee	
4 Fair and sustainable use of terrestrial biological resources in Colombia: The case of non-timber forest products	173
Felipe García-Cardona	
5 Colombia's marine biodiversity: The neglected side of a megadiverse country	187
Juan Armando Sánchez & Andrés F. Osorio	
6 Medicinal plants and territorial peace	201
Vanessa Giraldo Gartner	
7 TREEOMA: Reforestation in the Colombian Coffee Region	213
Santiago Meneses Ramírez	
8 Insect larvae as sustainable feed in recirculating shrimp aquaculture	220
Martin Tschirner	

9 Bioproduct design and co-creation of a sustainable business model with the Awá indigenous community based on <i>Capsicum annuum</i>	232
Camila Bernal-Mattos, Carlos Cortés-Gutiérrez, Daniella González-Alzate, Julieta M Ramírez-Mejía & Resguardo Indígena Awá Pialapí Pueblo Viejo	
10 Aquaponics as an exercise of integrated sustainability: Beyond social, environmental and economics	256
Jenny Leal Flórez, Fabio E. Castaño Rivera & Mónica L. Álvarez Mateus	
11 Workshops in ColombiaCONNECT: The importance of face-to-face meetings in a "new normal"	263
Steffen U. Pauls & Kerstin Höntsch	

Foreword

Colombia is a megadiverse country and the sustainable use of its rich bioresources is of paramount socio-economic and socio-cultural importance for the country. Local and regional bioresources are not only the basis for a healthy, sustainable and culturally acceptable diet for different population groups, but also a pillar of Colombia's foreign trade. In addition, many Colombian ecosystems play an important role in global primary production and carbon storage, and are therefore of global importance for climate protection. This enormous importance of bioresources, together with considerable progress in economic, scientific and political development, makes the fourth largest economy in Latin America an extremely interesting destination for foreign companies and a strategic partner for development cooperation.

The signing of the Peace Agreement between the Colombian government and the country's largest guerrilla organization (FARC) in 2016 laid the foundation for the country's further socio-economic development. At the same time, the post-conflict phase faces major challenges, particularly with regard to the equitable and sustainable use of the country's bioresources, which is seen as a key pillar for addressing land and resource conflicts and thus for the long-term stabilization of the peace process. Even after the signing of the Peace Agreement, discrimination against the Indigenous people and Afro-descendant communities, a lack of distributive justice, and the violent appropriation of natural resources persist in many areas.

This complex and conflict-prone interplay between bioresources, sustainability, climate change and biodiversity in Colombia has not been sufficiently studied and understood. As a result, many policies and political decisions are not scientifically based, are made with limited knowledge of local dynamics, and are often ineffective or even counterproductive.

The joint project "ColombiaCONNECT", funded by the German Federal Ministry of Education and Research from 2020 to 2023, therefore aims to better understand the interactions between the three dimensions of sustainability – ecology, economy and society. The underlying hypothesis is that the specific challenges in the use of bioresources in Colombia can only be met on the basis of excellent and transdisciplinary research and development approaches, stable international cooperation, distributive justice and respect for the material livelihoods and cultural characteristics of the population, strict consideration of ecological sustainability, and a peaceful society.

Foreword

The current book publication summarizes the results of the research and development activities of ColombiaCONNECT in the field of equitable and sustainable use of bioresources in Colombia. Chapter 1, written by the Ambassador of Colombia to Germany, H. E. Yadir Salazar Mejía, reflects the main axes of Colombia's current foreign policy and the bilateral relationship with Germany on climate and biodiversity issues. Chapter 2 discusses different concepts of sustainability and provides a working definition of this concept for Colombia, taking into account the specificities of Indigenous and Afro-descendant people and their territories. Chapter 3 critically assesses the potential of biodiversity and the bioeconomy in the 21st century, ranging from sustainable agriculture and innovative health care to renewable energy and green materials. Chapters 4 to 10 then provide deeper insights into specific areas of bioresources of high importance for Colombia. These include the sustainable use of Colombia's terrestrial bioresources, exemplified by non-timber forest products (Chapter 4), the neglected side of Colombia's marine biodiversity (Chapter 5), the use of medicinal plants in the context of territorial peace (Chapter 6), reforestation in the Colombian Coffee Region (Chapter 7), the use of sustainable insect-based feeds in aquaculture (Chapter 8), bioproduct design and the co-creation of a sustainable business model with the Awá Indigenous community (Chapter 9), and sustainable aquaponics in a women's fishing community in the Urabá region (Chapter 10). The book concludes with recommendations for international networking in the post-COVID "new normal" (Chapter 11).

All chapters are available in Spanish and English to facilitate the dissemination of the results.

The Editors



Federal Ministry
of Education
and Research

1 Biological resources in Colombia's strategic relationship with Germany

H. E. Yadir Salazar Mejía

Ambassador of Colombia in Germany, Berlin, Germany*

With editorial contributions from Claudia Wilke

1.1 Introduction

As a species we have generated a triple planetary crisis that manifests itself in global environmental problems such as climate change, loss of biological diversity and pollution that threaten our own existence and that of the other species with which we share the planet, which has even led to talk of a new geological era: the Anthropocene.

Colombia, as a megadiverse and bioceanic country, faces significant challenges in the implementation of its international climate and biodiversity commitments, given that it experiences profound territorial, economic and social imbalances and differences within the country. In addition, several of the strategic zones for biodiversity conservation coincide with the collective territories of ethnic groups and remote rural areas without access to public goods, which in many cases are also scenarios of armed conflict and socio-environmental conflicts, where efforts are being made at the national and local levels to transform them and achieve peace. This requires differentiated territorial and ethnic approaches.

This Guide on the use of biological resources in Colombia, elaborated by the scientific network of the Colombian-German cooperation for the fair and sustainable use of biological resources – ColombiaCONNECT, in collaboration with the Senckenberg Research Institute and the Fraunhofer Institute

* *Recommended citation:*

Salazar Mejía, Y. 2024. Biological resources in Colombia's strategic relationship with Germany. In: Equitable and sustainable use of bioresources in Colombia: From concept to practice, edited by K.-Z. Lee, A. M. Aguirre Cañas, D. Morales and C. Bernal-Mattos, pp. 143–151. Stuttgart: Fraunhofer Verlag. <https://doi.org/10.24406/publica-3303>.

1 Biological resources in Colombia's strategic relationship with Germany

IME, constitutes a tool to understand the complexities of the Colombian case and the opportunities intrinsic to the country's rich biodiversity and its relationship with global ecosystems.

With the purpose of contributing to the context in which this paper is confined, I will present in the following lines a reflection on the main axes of Colombia's current foreign policy and the bilateral relationship with Germany on climate and biodiversity issues.

1.2 Colombia, a committed country

It is an indisputable truth that human activity is having a determining impact on the changes produced in the climatic conditions of the planet and its biodiversity. Latin America and the Caribbean, and Colombia in particular, are one of the regions that are most susceptible and vulnerable to the effects of climate change due to its geographic and socioeconomic situation and biological richness. Similarly, this region has the potential to play a crucial role in addressing global challenges, despite its minor role in causing the triple planetary crisis. This is owing to its rich ecosystem, encompassing the Amazon basin, expansive tropical forests in the Pacific basin, two oceans, various wetlands, coastal regions, marine environments, and mountain ecosystems, among other features.

The German Federal Minister for Economic Cooperation and Development, Mrs. Svenja Schulze, stated in her position paper on Latin America and the Caribbean, published in July 2023, that this part of the world contains 40% of the world's biological diversity and 23% of the world's forests. Nevertheless, the document mentions that the region continues to suffer severely from the effects of climate change, deforestation and environmental degradation, severely impacting the people and communities most vulnerable to the effects of climate change (BMZ 2023).

Moreover, the contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) states that Central and South America are home to the largest tropical forest on the planet, as well as important biomes of high biodiversity. However, current economic patterns, particularly in the agricultural export sector, threaten to reduce these biomes and the region has one of the highest rates of forest loss in the world (IPCC 2023).

In this framework, Colombia has a fundamental role as it is a bioceanic country and the most biodiverse per square kilometer in the world, having about 98 continental and marine ecosystems (natural and transformed) (PNGIBSE 2017) and a national territory 53% covered by different types of forests (PNGIBSE 2012).

Aware of this wealth, of the need to halt and reverse the loss of biological diversity and environmental degradation, and in line with the Sustainable Development Goals, Colombia has set ambitious conservation and restoration goals that are part of the New Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework, as well as mitigation and adaptation to climate change, consistent with the international commitments made in the Paris Agreement.

At the same time, Colombia has assumed positions of international leadership, always in search of consensus among stakeholders and to influence global processes, contributing the knowledge and experience of a mega-diverse country that seeks to achieve the third objective of the Convention on Biological Diversity: fair and equitable sharing of the benefits derived from access to and use of biodiversity, but recognizing the interest of humanity in the conservation and sustainable use of biological diversity and its ecosystem services, which transcend the merely national scope, which implies an international responsibility towards the countries possessing this wealth.

In relation to these commitments, it is worth noting that within the framework of the conference of the parties to the United Nations Convention on Climate Change in 2021 or COP26, Colombia presented its update – published in December 2020 – of the Nationally Determined Contribution – NDC and the long-term Climate Strategy E2050, in which it sets the goal of reducing its emissions by 51% by 2030, as well as achieving carbon neutrality by 2050, despite the fact that it only emits 0.6% of global greenhouse gases (Government of Colombia 2020).

Likewise, the National Biodiversity and Ecosystem Services Policy – PNGIBSE and its respective Action Plan are in the process of being updated to comply with the new Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework, agreed at the conference of the parties to the Convention on Biological Diversity in December 2022 or COP 15.

The case of the oceans has not been different. In both, the Convention on Climate Change and the Convention on Biodiversity, Colombia has highlighted and supported positions that recognize the close relationship between the oceans and climate change and, above all, the role of the oceans as CO₂ sinks, which in turn is causing problems such as warming that leads to effects like coral bleaching and acidification of these ecosystems, with an impact on their productivity and the living conditions of the coastal and national population that depends on them. The world's oceans produce about half of the oxygen that we need and absorb a quarter of carbon dioxide emissions.

The government of the President of the Republic of Colombia, Gustavo Petro, has outlined a direction, both domestically and abroad, aimed at realizing the essential ecological, economic and social transformations necessary to address the triple crisis. The National Development Plan 2022–2026 "Colombia, World Power of Life", includes these transformations in a cross-cutting manner and places biodiversity, water and people at the center of the debate and actions.

This has been reflected in actions with international impact in just the first year of government, such as the ratification of the Regional Agreement on Access to Information, Public Participation and Access to Justice in Environmental Matters in Latin America and the Caribbean – Escazú Agreement, as well as the holding of high-level meetings such as the Road to the Amazon Summit: Technical-Scientific Meeting that took place on July 6, 7 and 8, 2023, and the V Regional Conference of the Intergovernmental Panel on Climate Change, held in Bogota from July 12 to 14 of the same year.

In addition, the President and his Ministers have had outstanding participations in strategic multi-lateral meetings on the subject, such as the COP27 in Egypt (November 6 to 18, 2022) and the

1 Biological resources in Colombia's strategic relationship with Germany

Summit for a New Global Financial Pact, organized in Paris on June 22 and 23, 2023, where the country raised the issue of debt swap for climate action, with a novel proposal that allows for a detailed study of the relationship between debt and climate action and nature.

Similarly, Colombia played an important role in the negotiations of the *Biodiversity Beyond National Jurisdiction* – BBNJ. The final text of this instrument was agreed on March 4, 2023 and formally adopted in the framework of the Intergovernmental Negotiating Conference of the United Nations General Assembly on June 19, 2023 (Document A/CONF.232/2023/4), a scenario that is part of the United Nations Convention on the Law of the Sea (UNCLOS) to which Colombia is not a party. However, the BBNJ is open to the participation of States not party to UNCLOS and includes commitments on marine genetic resources, area-based management, environmental impact studies, and capacity building and technology transfer. The BBNJ will establish effective mechanisms to ensure that the biological resources of these areas are conserved and that their legitimate use is sustainable and results in equitable benefits for all countries.

More recently, it is worth noting that at the meeting of the Leaders of the States Parties to the Amazon Cooperation Treaty held in Belém do Pará, Brazil, on August 8 and 9, 2023, President Petro proposed the creation of an Amazon Environmental Justice Tribunal and the negotiation of a military cooperation treaty for this same area (Presidency of the Republic, 2023). Although there is still a long way to go for the materialization of these proposals, they are a clear indication that the efforts of the Colombian State are aimed at providing tools to protect the biodiversity (terrestrial and aquatic), and the communities.

From this international endeavor and different public interventions, it can be inferred, that the foreign policy of the current government is focused on implementing specific and integrated actions to advance in meeting the goals of the new Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework, in creating and strengthening capacities for adaptation and mitigation to climate change, developing effective nature-based and biodiversity-based solutions (including the bioeconomy and the blue economy and their sustainable value chains), significantly reducing deforestation, and promoting new lines and alternatives for financing that recognize the shared but differentiated responsibility of all countries.

The above is framed in the narrative raised by the President in different international scenarios, in which he highlights the need to rethink the current global economic system, in order to accelerate the energy transition and reduce the use of fossil fuels in shorter terms, which are directly linked to environmental degradation and the (in)capacity to implement climate actions, given the inverse correlation between socioeconomic development and vulnerability, where women, children, and ethnic groups are the main affected. Access to justice in environmental matters is a direct contribution to the vision of a country that seeks peace and positions human and environmental rights as parts of the same gear (IPCC 2023), particularly in those strategic conservation areas that are especially affected by situations of armed violence.

Concerning the implementation of solutions rooted in nature and biodiversity, Colombia emphasizes the crucial role of nature in fostering human well-being and ensuring the effective realization of various human rights. In light of this, there is the need to advocate for a holistic valuation of both terrestrial and marine biodiversity, surpassing mere economic assessments. This necessitate establishing bioeconomy as a key mechanism for creating economic and social opportunities, fostering a productive, sustainable, and decarbonized economy. Such transformations aim to mitigate the existing regional imbalances within the country. This perspective is particularly supported by building and strengthening scientific research and technological development capabilities, so that the innovation ecosystem leads to the described result, since without the appropriation of knowledge and the subsequent strengthening of sectors based on the intensive use of knowledge, the proposed transformations are not feasible.

Therefore, Colombia's foreign policy and the reindustrialization policy seek to abandon the extractive model and deepen the internationalization of the economy based on decarbonization and the generation of new markets focused on the bioeconomy, since economic development and social and environmental sustainability are not independent processes.

This point allows me to connect with the preeminence of a just energy transition and the deployment of renewable energies as the central axis of Colombia's reindustrialization policy. Therefore, in line with the National Development Plan and the aforementioned policies, energy diplomacy is aimed at achieving the necessary international support for a just energy transition and the deployment of the renewable energy industry, with a perspective in which the development of this industry must be simultaneous with a structural transformation of the affected regions.

This just transition involves the necessary labor reconversion, investment in new sectors that retain and attract human talent, the environmental revitalization of these areas, and respect for nature and social justice, including coastal areas where energy sources such as wind power can be located. The above, even more so considering that among the main drivers of biodiversity loss is the change in land use, associated with agricultural activity, infrastructure construction, uncontrolled urbanization of natural areas, mining and energy exploitation, among other factors, and that, as a result of the energy crisis since the outbreak of the war in Ukraine, German coal imports from Colombia have increased significantly.

It is no news that the most vulnerable countries, such as Colombia, require immense amounts of financial resources to be able to achieve all the goals they have set for themselves. By virtue of this, the country supports and promotes dialogue to undertake the necessary reforms in multilateral financial institutions that respond to the challenges of developing countries and produce innovative climate finance solutions. This, with the objective of freeing up resources to advance mitigation, adaptation and loss and damage measures, without undermining the vulnerability and risks of debt and the almost non-existent fiscal space or affecting other urgent interventions in the social and economic spheres.

Hence the importance of the proposal made by the President of Colombia at the Summit for a Global Finance Pact regarding the creation of a group of experts to review the relationship between indebtedness and the capacity of developing countries to implement climate actions.

1.3 Bilateral relations Colombia – Germany

In the words of Foreign Minister Álvaro Leyva, "Colombia intends and vehemently aspires to be a world power in the field of life; this is our internal and external mission". Therefore, it is especially important to have the opportunity to refer to the agenda between Colombia and Germany on this matter.

Halting the loss of biodiversity and mitigating and adapting to the consequences of climate change are indivisible goals that can only be achieved jointly by all nations. Colombia and Germany have traditionally, but nowadays more intensively, worked together to achieve these goals.

Germany has been one of Colombia's main cooperation partners for climate and biodiversity issues, especially in the fight against deforestation, especially in the Amazon region, allowing to build a broad bilateral portfolio, not only in number, but also in priority issues for Colombia's environmental agenda such as the reduction of greenhouse gas emissions, protection of natural areas and biodiversity, ecosystem-based adaptation, control of deforestation and forest degradation, green business, support for the implementation of the NDCs, among others.

The intensification of collaboration in diplomatic relations and environmental and energy agendas between Germany and Colombia has been stimulated by the concurrent appointments of Olaf Scholz as Federal Chancellor of Germany in December 2021 and Gustavo Petro as President of Colombia in August 2022. This marks an unprecedented development in the 151-year history of their diplomatic ties.

As a result, within a span of just over a year, the two presidents have convened twice, witnessed numerous high-level visits to Colombia and Germany, renewed bilateral cooperation frameworks – both financial and technical—in environmental affairs, and jointly assumed leadership roles in significant multilateral settings. The periodic bilateral negotiations on cooperation carried out in December 2022 and their subsequent follow-up in May 2023, emphasized the pivotal role of environmental issues within the bilateral agenda. In this regard, the portfolio of projects for the conservation of Colombia's mega-diversity is aimed at combating biodiversity loss and maintaining the health and condition of ecosystems as a fundamental axis of development, with actions such as strengthening equipment for the management of protected areas, the connection of biological corridors, sustainable land use and ecological restoration.

In addition, within the framework of the visit of the President of the Republic of Colombia to Germany from June 14 to 16, 2023, the Colombian Minister of Foreign Affairs, Álvaro Leyva, and the German Federal Minister for Cooperation, Svenja Schulze, the Federal Minister of Economics and

Climate Protection, Dr. Robert Habeck, the Federal Minister for the Environment, Nature Conservation, Nuclear Safety and Consumer Protection, Steffi Lemke, and the State Secretary for Europe and Climate Protection of the Federal Foreign Office, Anna Lemke have met. Robert Habeck, Federal Minister for the Environment, Nature Conservation, Nuclear Safety and Consumer Protection, Steffi Lemke and State Secretary for Europe and Climate of the Federal Foreign Office, Anna Lührmann, signed the Letter of Intent "Climate and Just Energy Transition Partnership", with which the two countries committed to strengthen bilateral initiatives and projects in four areas: 1) Energy Transition, 2) Climate protection, 3) Protection and sustainable use of biodiversity and the environment, 4) Sustainable and resilient urban development and 5) Climate and biodiversity financing.

At the multilateral level, the best example of co-leadership materialized in the launch of the National Biodiversity Strategy and Action Plan Accelerator Partnership (NBSAP Accelerator Partnership) at COP15 in Montreal in 2022, with which the two countries and all those that join the scheme seek to contribute technical and financial capacity for the adaptation and implementation of biodiversity and adaptation strategies and action plans to the Kunming-Montreal framework.

1.4 ColombiaCONNECT – the role of science

The challenges facing the country are not minor. Financing, state capacities at both the national and territorial levels for the implementation and monitoring of its commitments will always be on the agenda. However, Colombia, with the support of strategic partners such as Germany, faces these challenges in a consistent manner, seeking the internal alignment of ministries, while counting on the support of communities, social organizations, and particularly with academia and scientific associations. In the multilateral framework, an obvious disparity is evident in scientific output concerning climate change and biodiversity loss between the countries commonly referred to as the global north and south that is nothing less than abysmal (IPCC 2023).

ColombiaCONNECT and this Guide on the use of biological resources in Colombia are an effort in the opposite direction to the aforementioned trend. With the value that transnational knowledge and research networks between Colombia and Germany add, there is an instrument that contributes to the construction of scientifically based understandings and practical solutions, not only for the benefit of the countries involved, but for the whole world.

This cannot be better evidenced than in the projects that ColombiaCONNECT has implemented over 4 years of operation, and which are described in this publication, in areas as diverse as the use of medicinal plants in Caquetá, aquaculture in Urabá, nature tourism in Nariño and reforestation in the coffee region. These show that the syncretism of native and contemporary knowledge, and the conservation and sustainable use of biodiversity are fundamental for the reduction of emissions and for climate adaptation and resilience.

As a diplomat, I am always looking for resources that allow me to promote Colombia's bilateral and multilateral relations and to nourish myself with scientific bases to represent my country and make

our positions known in different scenarios. This Guide adds to those tools, which is why I invite you to read it.

1.5 References

Castellanos, E., M. F. Lemos, L. Astigarraga, N. Chacón, N. Cuvi, C. Huggel, L. Miranda, et al. 2022. Central and South America. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Working Group II Contribution of to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, edited by H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, M. Tignor, E. S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, et al., 1689–1816. Cambridge, UK and New York, USA: Cambridge University Press. doi:10.1017/9781009325844014.

Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ). 2023. *Perspektiven mit Lateinamerika und der Karibik: Gemeinsam für ökologischen Wandel und soziale Gerechtigkeit*. Bonn, Germany. Retrieved from: <https://www.bmz.de/resource/blob/163468/positionspapier-lateinamerika-karibik.pdf> (Last access: 14/07/2023).

Government of Colombia. Ministry of Environment and Sustainable Development. 2012. *National Policy for the Integrated Management of Biodiversity and its Ecosystem Services (PNGIBSE)*. Bogotá, Colombia. ISBN: 978-958-8343-71-6.

Government of Colombia. Ministry of Environment and Sustainable Development. 2017. *Biodiversity action plan for the implementation of the National Policy for the Integral Management of Biodiversity and its Ecosystem Services 2016–2030 (PNGIBSE)*. Bogotá, Colombia. ISBN: 978-958-8901-36-7.

Government of Colombia. 2020. *Update of Colombia's Nationally Determined Contribution (NDC). Public Policy*. Bogotá: Government of Colombia.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2023. *Summary for Policymakers*. In: *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, edited by core writing team, H. Lee and J. Romero, 1–34. Geneva, Switzerland: IPCC. doi:10.59327/IPCC/AR6-9789291691647001.

1.6 Recommended reading

Chaves, M. E., R. Gómez-S, W. Ramírez and C. Solano (Eds.). 2021. National Biodiversity and Ecosystem Services Assessment of Colombia. Summary for Decision Makers. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo y el Centro Mundial de Monitoreo para la Conservación del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear de la República Federal de Alemania. ISBN: 978-958-5183-25-4.

Ministerio de Relaciones Exteriores de Colombia (MRE). 2023. Biodiversidad, 24/07/2023. Retrieved from: <https://www.cancilleria.gov.co/internacional/politica/ambiental/biodiversidad> (Last access: 25/07/2023).

Presidente Gustavo Petro sanciona la ley que aprueba el Acuerdo de Escazú. 11/05/2022. Retrieved from: <https://cancilleria.gov.co/newsroom/news/presidente-gustavo-petro-sanciona-ley-aprueba-acuerdo-escazu> (Last access: 12/07/2023).

Urrego, P. and G. Francisco. 2023. Presidencia de la República. La prosperidad descarbonizada: otro tipo de sociedad de poder y de economía, propone el presidente Gustavo Petro en Cumbre Amazónica de Belém do Pará, 08/08/2023. Retrieved from: <https://petro.presidencia.gov.co/prensa/Paginas/Palabras-La-prosperidad-descarbonizada-otro-tipo-de-sociedad-de-poder-y-de-economia-propone-el-presidente-230808.aspx> (Last access: 11/08/2023).

2 Bridging the gap: Integrating modern and traditional concepts of sustainability in Colombia

Thomas Wilke

Department of Animal Ecology & Systematics, Justus Liebig University Giessen, Giessen, Germany

Center of Excellence in Marine Sciences (CEMarin), Bogotá, Colombia

Diana Morales

Instituto Colombo-Alemán para la Paz (CAPAZ), Bogotá, Colombia*

With editorial contributions from Claudia Wilke

Abstract

Sustainability is an important but not clearly defined concept that encompasses different perspectives and approaches. Many sustainability frameworks address three dimensions (pillars) associated with the broad terms of ecology, economy and society. However, while 'modern' Western concepts are often characterized by an anthropocentric focus on the Earth's finite resources, moving (future) targets and an emphasis on economic growth and development, traditional concepts tend to have a more ecocentric perspective on the intrinsic value of nature, focus on present targets and emphasize the importance of livelihoods. In addition, Western concepts are often associated with greenwashing and can be perceived as 'green imperialism' when applied uncritically to the Global South, especially to Indigenous peoples and other marginalized groups, for example in Colombia. While it may be impossible to provide a universal definition of the concept of sustainability for Colombia, given the country's rich cultural, ethnic and biological diversity, a working definition in the context of marginalized groups could facilitate partnership and mutual benefit. Based on

* *Recommended citation:*

Wilke, T. and D. Morales. 2024. Bridging the gap: Integrating modern and traditional concepts of sustainability in Colombia. In: Equitable and sustainable use of bioresources in Colombia: From concept to practice, edited by K.-Z. Lee, A. M. Aguirre Cañas, D. Morales and C. Bernal-Mattos, pp. 152–167. Stuttgart: Fraunhofer Verlag. <https://doi.org/10.24406/publica-3304>.

operational criteria that take into account the specificities of Indigenous, Afrodescendant and local groups and their territories, sustainability is defined here for Colombia as "the right of people and nature to live in balance". This book chapter also lists 20 recommendations for Western stakeholders on how to build long-term sustainability partnerships with marginalized groups based on the principles of cultural sensitivity, respect, consent and mutual benefit. Such partnerships can also help bridge the gap between traditional and modern concepts of sustainability by seeking an appropriate balance between global and regional contexts, ecocentric and anthropocentric views, human rights and the Rights of Nature, economic growth and livelihoods, and present and future targets.

2.1 Introduction

3.3 billion is the number of hits the term "sustainability" received in a Google™ search in September 2023. By comparison, the term "climate change" received 2.6 billion hits, "hunger" 1.1 billion hits and "poverty" 1.0 billion hits. These numbers alone illustrate the importance of sustainability as a pressing global concern for nations around the world struggling to combat environmental degradation, economic instability and social inequality.

Colombia with its ethnic, cultural, biological and geographic diversity, as well as its abundance of natural resources, offers a unique platform for implementing and evaluating sustainable practices that can serve as a model for other countries. This book chapter therefore aims to explore the challenges and opportunities associated with the concept of sustainability in Colombia by looking at the three dimensions of sustainability, examining traditional and modern concepts of sustainability, critically analyzing the Western view of sustainability as it has been associated with "green imperialism", and providing a working definition of sustainability in Colombia and the Global South that combines traditional and modern concepts of sustainability. The book chapter concludes with recommendations on how Western stakeholders can engage with sustainability concepts in Colombia in a culturally sensitive way.

2.2 Sustainability: Mitigating conflicts between ecology, economy and society

Although sustainability is an important concept, there is no universally accepted definition of it (White 2013; Ramsey 2015; Purvis et al. 2019; see also the chapter "The 'modern', Western view at sustainability" below). Moreover, the closely related terms 'sustainability' and 'sustainable development' are often used synonymously, further blurring their content (White 2013). However, the two terms have different dimensions. Sustainability refers to a normative but fuzzy concept that defines a (moving) target (e.g., rebalancing the relationship between humans and nature), while sustainable development describes how to reach that target (e.g., as in the 17 Sustainable Development Goals of the United Nation) (UNESCO 2012; Harrington 2016).

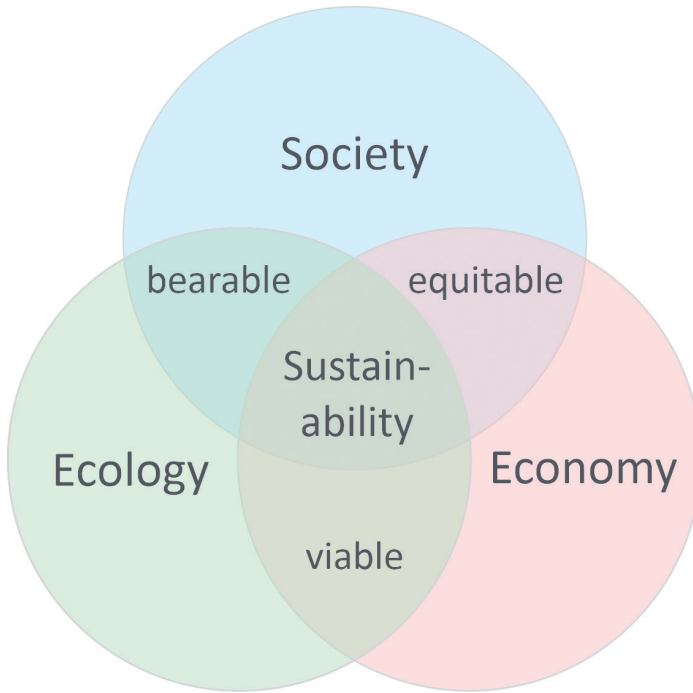


Figure 1: The three dimensions (pillars) of EES sustainability – ecology, economy and society. They are represented by three intersecting circles, with general sustainability in the middle (Purvis et al. 2019). Adapted from Barbier (1987) and UN General Assembly (1987).

Sustainability is often viewed as the intersection of the three dimensions (pillars) of ecology (environment), economy and society (hereafter referred to as 'EES sustainability'; Fig. 1, see also Purvis et al. 2019). This view is based on the concept of the Triple Bottom Line (TBL, see also Zaharia and Zaharia 2021) with the three dimensions people, profit and planet (hereinafter referred to as '3P sustainability'). The latter concept became popular with the book publication by Elkington (1997) as a sustainability framework for companies to examine their social, environmental and economic impacts.

3P sustainability, with its three dimensions of people, profit and planet, and EES sustainability, with its three dimensions of ecology, economy and society, are related but distinct frameworks for sustainability. EES sustainability provides a broader perspective that applies not only to business and corporate responsibility, but to society as a whole (e. g., communities, research institutions, governments, non-governmental organizations). It emphasizes the need for a holistic approach to sustainability, including environmental, economic and social considerations.

The two concepts also show slight but often noticeable differences in the balance between their three dimensions. In 3P sustainability, the people dimension is often overrepresented (Yip et al. 2023), while in ESS sustainability, the same is true for the environment dimension (White 2013). Such an imbalance of the three dimensions, especially an underrepresentation of socioeconomic factors in ESS sustainability, may reduce the acceptance of sustainability measures in low-income households (Okitasari et al. 2022).

Moreover, 3P sustainability is typically used in the context of integrating or balancing its three dimensions (e. g., Bergmans 2006), while EES sustainability is more often used in the context of rebalancing or mitigating conflicts between the three dimensions. Thus, the latter concept is more oriented towards conflict transformation (Temper et al. 2018).

The concept of sustainability in Latin America, especially in Colombia, is closely linked to the concept of sustainable development (see also above). Escobar (1999) emphasized the need to consider the latter in a context- and region-specific manner. He also suggested that issues such as foreign debt, the obsolescence of conventional development paradigms, the maintenance of cultural pluralism and the preservation of the region's cultural and genetic heritage should be included in a sustainability framework. Discussions on sustainability in Latin America have also drawn attention to inconsistencies in the use of non-renewable natural resources, environmental and social consequences of mining and energy development, and social inequalities (Gudynas 2011 a).

In this context, three complementary models of sustainability have been identified (Gudynas 2011 a):

- Weak sustainability: The model is based on the need to change current production methods to reduce environmental impacts and considers environmental protection as a necessary condition for economic growth. It advocates technical reforms and emphasizes economic instruments such as carbon bonds. The model builds on the concept of 'natural capital'.
- Strong sustainability: The model is based on an ecocentric view. It recognizes the (ecological) value of nature beyond its economic dimension and emphasizes the importance of protecting species and the environment, regardless of their commercial use. The model extends the concept of 'natural capital'.
- Super-strong sustainability: The model extends the ecocentric 'strong sustainability' model by assuming a plurality of values of nature beyond economy and ecology, such as cultural, religious and aesthetic values. Some of these values are intrinsic to nature and do not depend on human appropriation. The model is based on the concept of 'natural heritage' rather than 'natural capital'.

2.3 Buen Vivir: The traditional South American view at sustainability

The cosmovision of *Sumak Kawsay* (plentiful life) or *Buen Vivir* (good living or well living) is a social philosophy and sustainability concept that envisions humans as an integral part of nature (Ordóñez



Figure 2: Kogi man in Tayrona National Park near the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. The spiritual world of the Kogi is based on their belief in Aluna ('The Great Mother') – a cosmology that advocates maintaining a balance between human demands and natural resources (Photo: Thomas Wilke).

et al. 2022). *Buen Vivir* has its roots in the worldviews and philosophies of Indigenous communities, particularly the *Quechua*, *Aymara* and *Kichwa* peoples of the Andes (Guadynas 2011 b). These communities have long upheld values of harmony with nature, community well-being and reciprocity (e.g., Villalba 2013). The concept embodies their deep spiritual connection to the natural world and the recognition of humans as an integral part of it (Fig. 2, Guadynas 2011 b; Villalba 2013).

According to Chassagne (2018, 11), the concept of *Buen Vivir* has six dimensions:

- 1) "Equity: diversity, social balance and social justice"
- 2) "Social cohesion: living in harmony with others"
- 3) "Sustainability: mutual respect for the environment and living in harmony with nature"
- 4) "Empowerment: participation and respect for cultural systems"
- 5) "Livelihood: a plural and alternative economy supporting a dignified life"

6) "Capabilities: expanded human capabilities where collective wellbeing is fundamental"

Chassagne (2018) also noted that the three main pillars of *Buen Vivir* – social, spiritual and material – are partly similar to the three dimensions (pillars) of EES sustainability – ecology, economy and society. However, central to *Buen Vivir* are the belief that nature and society are inseparable and a strong respect for *Pachamama* ('Mother Earth') to achieve social and environmental wellbeing through an endogenous approach to identifying and meeting needs (Chassagne 2018). In addition, Gudynas (2011 b) emphasized the potential of *Buen Vivir*, which recognizes the 'Rights of Nature' (see Boyd 2017) and its intrinsic value, as an ecocentric alternative to the anthropocentric concept of sustainable development.

The traditional concept of *Buen Vivir* thus offers a unique and valuable perspective on sustainability that emphasizes harmony with nature, community wellbeing and cultural diversity. Its roots in Indigenous philosophies and its recent inclusion in the constitutional laws in Bolivia and Ecuador (e. g., Ordóñez et al. 2022) underscore its importance in the discourse on sustainable development.

Further research and discussion are essential to determine how *Buen Vivir* can be adapted and integrated into different cultural and geographical contexts to address the complex challenges of the 21st century (e. g., Villalba 2013; Ordóñez 2022).

2.4 The 'modern' Western view at sustainability

As discussed in the chapter "Sustainability: Mitigating conflicts between ecology, economy and society", there is no universally accepted definition of the term sustainability, and the concept therefore remains elusive. Given the difficulties in defining the concept of sustainability in general terms, some authors argue that there is a problem with the definitional approach itself. They therefore suggest using ostensive definitions (i. e., using examples to convey the meaning of sustainability, Ramsay 2015).

Other authors have attempted to visually represent the most common words and phrases in sustainability definitions ("I know it when I see it", White 2013, 213; see also Yip et al. 2023). As expected, the most common terms found were "environmental", "social" and "economic", which is consistent with the concept of EES sustainability. Some authors even claim that there is no set of shared features of sustainability definitions (e. g., Ramsey 2015).

Barbosa et al. (2014), Harrington (2016) and Ruggerio (2021) provided reviews of the terms sustainability and sustainable development based on literature analyses.

Examples of conceptual definitions listed by these authors include:

- Sustainable development: "Humanity has the ability to make development sustainable to ensure that it meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs" (WCED 1987, 16 ["Brundtland Report"]).
- Sustainability: "A dynamic equilibrium in the process of interaction between a population and the carrying capacity of its environment such that the population develops to express its full potential without producing irreversible adverse effects on the carrying capacity of the environment upon which it depends" (Ben-Eli 2018, 1340).
- Sustainability: "Meeting fundamental human needs while preserving the life-support systems of planet Earth" (Kates et al. 2001, 641).

Despite the general importance of sustainability, these Western concepts are frequently associated with greenwashing, which is "... the intersection of two firm behaviors: poor environmental performance and positive communication about environmental performance" (Delmas and Burbano 2011, 65). Greenwashing has been observed in various forms, from misleading environmental claims at the product level to the use of nature-evoking elements at the executional level, such as images of endangered animals, sounds of nature or green colors (de Freitas Netto et al. 2020). However, greenwashing is not limited to the Global North. For example, Ecopetrol S. A. is the largest company in Colombia and its main activity is oil and gas extraction. The company currently uses a green iguana in its corporate logo and green colors throughout its websites (see <https://www.ecopetrol.com.co/>).

Western views of sustainability are also often characterized by an anthropocentric focus on the Earth's finite resources and the need to manage nature (Nagendra 2018; Savelyeva 2017), supporting Western models such as industrial agriculture, green technology and market-based conservation. While these resource-centric models have made significant strides in promoting environmental awareness and responsible resource management, they also raise important questions about cultural bias and the neglect of local contexts, traditional knowledge and diverse worldviews (e. g., Nagendra 2018). For example, most books and university courses on sustainability in the Global South are still Western-centric (see Zidny 2020 and references therein). Western development agencies and multinational corporations also often promote Western-based sustainability standards and certifications without considering local economic, environmental and social realities. For example, Avianca, the largest airline in Colombia, uses the Global Reporting Initiative (GRI) standards in its latest sustainability report (Avianca 2023, 24–25) to communicate its impact in the economic, environmental and social dimensions, among others. However, the respective indicators provided by Avianca are so general that they can also be applied to many Western companies.

Moreover, the Western view of sustainability, while well-intentioned, can inadvertently lead to "green imperialism" through unequal power dynamics and the marginalization of Indigenous and other local groups. In a narrow sense, the term green imperialism refers to the export of environmental legislations, regulations and standards from the Global North to the Global South that influence the internal affairs of developing countries (Ariffin 2010; see also Bergesen 1988). In a broader sense, it denotes the suppression of economic growth in developing countries by denying

them economic opportunities based on practices deemed unsustainable by Western countries (Driessen 2003).

The term green imperialism is sometimes used synonymously with the terms 'eco-imperialism', 'eco-colonialism', 'environmental imperialism' and 'environmental colonialism'. The latter refer to various concepts ranging from the introduction of non-native species (including pathogens) into Indigenous communities by settlers (Crosby 1986) to the subjugation of a country's economic, political, and/or social institutions in order to access and exploit its natural resources (Frame 2021). However, as outlined by Said (1993), 'imperialism' denotes a theory and/or practice, while 'colonialism' refers to a process.

More recently, the term green imperialism has been increasingly used in the context of the global energy transition (Dorn 2022). Several aspects of this transition, such as green hydrogen production, sustainable lithium extraction and the enhancement of forest carbon stocks, are particularly relevant to Colombia.

Dorn (2022) identified several imperial and colonial elements in climate mitigation strategies related to the energy transition. The institutional bias between poor and rich states now also applies to international climate change policies. These policies transmit and manifest existing power relations, ostensibly for the benefit of humanity. Moreover, discourses related to climate change are used to introduce unsustainable practices of exploitation.

He also points out that climate change mitigation in Latin America has so far been seen primarily as a new business model and that "the geographies of decarbonization are significantly more complex and shaped by multiple actors, policies, and strategies" (Dorn 2022, 137).

Furthermore, extractivism (i. e., the export-oriented extraction of natural resources from the environment) remains a pressing concern in the context of the global energy transition. For example, to replace Russian hard coal and natural gas supplies amid Russia's war against the Ukraine and to support the phase-out of lignite as part of Germany's energy transition, the German government has significantly increased imports of hard coal from Colombia starting in 2022. This decision has been criticized by environmentalists as, for example, the operators of the important El Cerrejon mine in northern Colombia have been accused of severe environmental damage and human rights violations. Furthermore, in June 2023, Colombia and Germany signed a "Partnership for Climate and a Just Energy Transition" with a focus on the green hydrogen production in Colombia using solar, wind and biomass-based energy sources (see also Rodriguez-Fontalvo et al. 2023) to support Germany's energy transition plan. While this program also includes financial assistance to Colombia to help the country achieve its climate and environmental targets, many issues related to effective mitigation of environmental impacts of green hydrogen production and possible socioeconomic changes in Indigenous, Afrodescendant and local communities remain to be resolved.

Recognizing and addressing issues of green imperialism is critical to promoting global environmental justice and sustainable development. While some environmental legislations, regulations and standards from the Global North may be applicable to the Global South, other Western strategies to mitigate environmental and climate change may risk the exploitation of local communities, natural resources and territories. Thus, the inclusion of Indigenous and other marginalized groups is crucial to addressing green imperialism and related problems in the Western understandings of sustainability.

Based on Martinez and Irfan (2021) and Whitestone et al. (2022), six suggestions for governments and policymakers can be made:

- Land reparations: Access to or restitution of land must play a central role in sustainability strategies.
- Stewardship: Indigenous people must be given real collaborative power through shared decision-making, leadership and resources.
- Sustained financing: Indigenous people should have autonomy over spending decisions and long-term funding opportunities.
- Indigenous decision making: Indigenous leadership should be supported by changing policies to be more adaptive to the realities of rapid environmental changes.
- Indigenous science: Policymakers should value Indigenous wisdom without appropriating it, as Indigenous science and traditional ecological knowledge provide critical answers to many aspects of sustainability.
- Capacity building: Capacity building can help empower Indigenous communities to participate fully in sustainability initiatives.

2.5 Sustainability in Colombia: The right of people and nature to live in balance

Despite efforts to develop integrated visions for the different models and dimensions of sustainability, in practice "it is common to come across actions and indicators that highlight specific dimensions of sustainability, unconsciously treating one of these dimensions as a priority over the others" (Redondo et al. 2019, 1; see also the chapter "Sustainability: Mitigating conflicts between ecology, economy and society"). Accordingly, Win (2013, 1009) proposed a systematic and multiscale perspective on sustainability, recognizing it as "inherently context-dependent, and the context is multifaceted-cultural, social, political, and, most ubiquitously, spatial" (see also Agnoletti and Santoro 2015).

If there is no universal definition of sustainability, do we need a context- and region-specific definition for Colombia? And if so, how would we define it in a culturally sensitive way? These two questions were the focus of the international "ColombiaCONNECT workshop" held in Frankfurt am Main and Giessen, Germany, from July 3 to 8, 2022.

The workshop participants agreed that a universal definition of sustainability for Colombia may be impossible, given the country's rich cultural, ethnic and biological diversity and concerns about green imperialism. However, for some stakeholders, including marginalized groups, and for some geographic areas, a clear definition could facilitate partnership and mutual benefit. This is particularly relevant in the context of Indigenous and Afrodescendant groups and their territories. In these cases, the assumption that "I know it when I see it" (White 2013) could lead to misunderstandings and growing mistrust. The rights of these groups have been repeatedly violated by colonial practices, resulting in, for example, land dispossession, ecosystem destruction, biopiracy and the appropriation of traditional knowledge. Respect for the rights of marginalized groups, the well-being of Indigenous, Afrodescendant and local communities and the promotion of a more just and equitable world for these peoples are therefore key to the adoption of a definition. This is particularly important in the context of the equitable and sustainable use of bioresources. These resources are often spiritually and economically important to Indigenous groups because they are deeply embedded in their culture, provide essential sustenance and healthcare, offer economic opportunities and enable them to fulfill their role as environmental stewards.

Other criteria for a specific definition of sustainability in Colombia, especially in the context of Indigenous, Afrodescendant and local communities and their territories, suggested by the workshop participants, are:

- Simple language: Technical jargon should be avoided, and plain, everyday language should be used with words that are commonly understood by the target audience.
- Conciseness: The definition should be brief and to the point. Unnecessary elaboration or excessive details that may confuse stakeholders should be avoided.
- Contextualization: The definition should be placed in a context that the audience can relate to.
- Non-anthropocentric view: An anthropocentric view should be avoided, and the definition should be based on the interdependence and reciprocity of humans and nature.
- Balance: The definition should strike a balance between socioeconomic and environmental aspects.
- Human rights and Rights of Nature: The definition should recognize both the rights of humans and the rights of ecosystems with their intrinsic values.
- Participation: The definition should be based on a participatory approach.
- Focus on the here and now: The definition should avoid moving targets (e. g., a sustainable living in the future) that may never be achieved.

Based on these criteria, the ColombiaCONNECT workshop participants proposed the following working definition of sustainability in Colombia:

"Sustainability is the right of people and nature to live in balance".

We recognize that linking human rights and Rights of Nature (ecosystem rights) in a concept of sustainability may represent a philosophical shift in the way we think about our relationship with the natural world and challenges legal frameworks. As environmental and social concerns grow, as

societies seek more sustainable approaches to resource management and as some countries already recognize the ecosystem rights in their legal systems and local ordinances (e. g., the Atrato River in Colombia), our concept will hopefully provide a basis for future discussions in Colombia and the Global South. Balancing human rights (of Indigenous, Afrodescendant and local people) and the Rights of Nature could also help to address concerns that jurisprudence excludes Indigenous perspectives when assigning rights to ecosystems (Macpherson et al. 2020), which could be perceived as domestic green imperialism.

2.6 Culturally sensitive engagement with concepts of sustainability in Colombia: Lessons for Western stakeholders

Sustainability is an elusive concept that has evolved over time and encompasses different perspectives and approaches. In Colombia, these include both 'modern' and traditional aspects of sustainability. Modern concepts are often characterized by scientific and technological solutions to environmental challenges, such as the renewable energy transition and sustainable agriculture. These concepts emphasize the importance of economic growth and development. In contrast, traditional concepts of sustainability in Colombia are often rooted in Indigenous knowledge systems (e. g., *Buen Vivir*). These philosophies are characterized by a deep respect for nature, recognition of the intrinsic value of all life forms and a balance between humans and nature.

Applying the 'modern' Western view of sustainability to initiatives involving Indigenous, Afrodescendant and other marginalized groups, even if well-intentioned, can lead to accusations of green imperialism and thus counteract sustainability initiatives. As this is partly due to unequal power dynamics, the problem may also apply to relations between marginalized and non-marginalized stakeholders within Colombia. However, because the legacy of colonization continues to shape Indigenous and Afrodescendant consciousness in Colombia today, Western stakeholders must be particularly culturally sensitive and respectful when engaging with local communities. This is especially true for Indigenous and Afrodescendant groups who continue to struggle for land rights, the preservation of culture and bioresources and the recognition of their autonomy.

The following 20 recommendations for Western stakeholders are based on the principles of respect, partnership, consent and mutual benefit:

- 1) Listening: Be an active, attentive, impartial and reflective listener. Avoid comparisons with the Western world and, above all, do not lecture. Try to understand the (sometimes subtle) messages people are conveying.
- 2) Cultural sensitivity and learning: Take the time to learn about the culture, history and customs of the local communities with whom you will be working. Show respect for their cultural practices, traditions and governance structures.
- 3) Respect for traditional knowledge: Respect and recognize traditional knowledge. This includes recognizing the value of traditional sustainability concepts and valuing the wisdom and expertise of local communities.

- 4) Respect for autonomy: Recognize and respect the sovereignty and self-determination of Indigenous and Afrodescendant communities. They should have the right to make decisions about their own lands, resources and development.
- 5) Open dialogue and collaboration: Engage with local communities in a spirit of partnership, seek their input and feedback and work together to develop sustainable solutions.
- 6) Trust building in relationships: Build trust with local leaders and community members through consistent and transparent communication. Avoid engaging communities solely for short-term gain.
- 7) Prioritized informed consent: Seek the free, informed and prior consent of local communities before undertaking projects or activities that may affect them. Consent should be given willingly and without coercion. Note that legal instruments exist to protect the rights of Indigenous peoples and Black, Afro-Colombian, *Raizal* and *Palenquero* communities and to receive prior consultation in their respective territories.
- 8) Benefit sharing and fair compensation: Ensure that local communities benefit from any projects or resource extraction on their lands. Negotiate fair compensation, revenue-sharing agreements and opportunities for local employment and development.
- 9) Environmental stewardship: Commit to sustainable practices. Many Indigenous communities have a deep connection to their natural environment and consider it sacred. Show respect for their environmental and religious values.
- 10) Community involvement: Involve local community members in all phases of project planning, implementation and monitoring. Their local and traditional knowledge can be invaluable to successful projects.
- 11) Cultural preservation: Support efforts to preserve and revitalize Indigenous languages, traditions, and cultural practices. This may include funding cultural programs and initiatives.
- 12) Conflict resolution mechanisms: Establish clear and culturally appropriate mechanisms for resolving disputes or conflicts that may arise during project implementation, taking into account community decision-making bodies.
- 13) Capacity building: Use capacity building to empower local communities to participate fully in sustainability initiatives. This could include providing training and resources, and supporting sustainability projects led by local communities.
- 14) Long-term commitment: Commit to long-term engagement and partnerships. Avoid short-term, extractive approaches that could be detrimental to community wellbeing in the long term.
- 15) Adaptation to local circumstances: Recognize that Indigenous and Afrodescendant communities in Colombia are diverse, with different languages, cultures and histories. Tailor your approach to the specific context and needs of each community.
- 16) Support of local leadership: Recognize and support local leaders and institutions. Indigenous governance structures often play a central role in decision-making.
- 17) Engagement of local NGOs and intermediaries: Work with local non-governmental organizations and intermediaries that have experience and credibility in working with local communities.
- 18) Regular evaluation and feedback: Continuously evaluate the impact of your engagement and seek feedback from Indigenous communities to make necessary adjustments.
- 19) Transfer of research findings back to local communities: Ensure that research findings reach and benefit local communities, especially in the regions where the research was conducted. This

fosters more inclusive, respectful, long-term and mutually beneficial relationships that ultimately increase the impact and relevance of research to the people it affects.

- 20) Acting as responsible ambassadors of traditional concepts of sustainability in Colombia: Western stakeholders can play a crucial role as ambassadors for sustainability concepts in Colombia by sharing their knowledge with a wider audience in the Global South and Global North while respecting cultural protocols.

Cultural sensitivity, respect and a commitment to equitable partnerships are essential to building meaningful relationships with Indigenous peoples and local communities in Colombia. By applying these strategies, Western stakeholders can contribute to more effective and culturally sensitive sustainability efforts and the development of more sustainable societies in both the Global South and the Global North. A key to achieving these goals is bridging the gap between traditional and modern concepts of sustainability by finding the right balance between global and regional contexts, ecocentric and anthropocentric views, human rights and the Rights of Nature, economic growth and livelihood, and "the here and now" and future targets.

2.7 References

- Agnoletti, M. and A. Santoro. 2015. Cultural values and sustainable forest management: the case of Europe. *Journal of Forest Research* 20 (5): 438–444. <https://doi.org/10.1007/s10310-015-0500-7>.
- Ariffin, Y. 2010. On the Scope and Limits of Green Imperialism. *Peace Review* 22 (4): 373–381. <https://doi.org/10.1080/10402659.2010.524558>.
- Avianca. 2023. Avianca for all 2022. Sustainability report. Retrieved from: <https://content.equisolve.net/avianca/db/2306/20857/pdf/2022+Avianca+Sustainability+Report.pdf> (Last access: 23/09/2023).
- Barbier, E. B. 1987. The Concept of Sustainable Economic Development. *Environmental Conservation* 14 (2): 101–110. <https://doi.org/10.1017/S0376892900011449>.
- Barbosa, G. Silva, P. R. Drach and O. D. Corbella. 2014. A Conceptual Review of the Terms Sustainable Development and Sustainability. *International Journal of Social Sciences* 3 (2): 1–15.
- Ben-Eli, M. U. 2018. Sustainability: definition and five core principles, a systems perspective. *Sustainability Science* 13: 1337–1343. <https://doi.org/10.1007/s11625-018-0564-3>.
- Bergesen, H. O. 1988. Reformism doomed to failure? A critical look at the strategy promoted by the Brundtland Commission. *International Challenges* 8 (2): 6–10.

- Bergmans, F. 2006. Integrating People, Planet and Profit. In: *Management Models for Corporate Social Responsibility*, edited by J. Jonker and M. de Witte, 117–125. Berlin, Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/3-540-33247-2_14.
- Boyd, D. R. 2017. *The Rights of Nature: A legal revolution that could save the world*. ECW Press.
- Crosby, A. W. 1986. *Ecological Imperialism. The Biological Expansion of Europe, 900–1900*. New York: Cambridge University Press.
- de Freitas Netto, S. V., M. F. Falcão Sobral, A. R. Bezerra Ribeiro and G. R. da Luz Soares. 2020. Concepts and forms of greenwashing: a systematic review. *Environmental Sciences Europe* 32 (19). <https://doi.org/10.1186/s12302-020-0300-3>.
- Delmas, M. A. and V. Cuerel Burbano. 2011. The drivers of greenwashing. *California Management Review* 54 (1): 64–87. <https://doi.org/10.1525/cm.2011.54.1.64>.
- Dorn, F. M. 2022. Green Colonialism in Latin America? Towards a New Research Agenda for the Global Energy Transition. *European Review of Latin American and Caribbean Studies / Revista Europea de Estudios Latinoamericanos y Del Caribe* 114: 137–146. <https://www.jstor.org/stable/48712112>.
- Driessen, P. 2003. *Eco-imperialism: green power, black death*. Merrill Press.
- Elkington, J. 1997. *Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business*. Oxford: Capstone.
- Escobar, A. 1999. *El final del salvaje*. Bogotá: CEREC, ICAN.
- Frame, M. 2021. Ecological Imperialism: A Theoretical Overview. In: *The Palgrave Encyclopedia of Imperialism and Anti-Imperialism*, edited by I. Ness and Z. Cope, 693–704. Palgrave Macmillan, Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-29901-9_205.
- Gudynas, E. 2011 a. Desarrollo sostenible: una guía básica de conceptos y tendencias hacia otra economía. *Otra Economía* 4: 43–66. <https://doi.org/10.4013/1182>.
- Gudynas, E. 2011 b. Buen Vivir: Today's tomorrow. *Development* 54 (4): 441–447. <https://doi.org/10.1057/dev.2011.86>.
- Harrington, L. and M. Butler. 2016. Sustainability theory and conceptual considerations: a review of key ideas for sustainability, and the rural context. *Papers in Applied Geography* 2 (4): 365–382. <https://doi.org/10.1080/23754931.2016.1239222>.

- Kates, R. W., W. C. Clark, R. Corell, J. M. Hall, C. C. Jaeger, I. Lowe, J. J. McCarthy, et al. 2001. Sustainability Science. *Science* 292 (5517): 641–642. <https://doi.org/10.1126/science.1059386>.
- Martinez, D. and A. Irfan. 2021. Colonialism, the climate crisis, and the need to center Indigenous voices. *Environmental Health News*, 04/11/2021. <https://www.ehn.org/indigenous-people-and-climate-change-2655479728.html>.
- Nagendra, H. 2018. The global south is rich in sustainability lessons that students deserve to hear. *Nature* 557 (7706): 485–488. <https://doi.org/10.1038/d41586-018-05210-0>.
- Okitasari, M., M. Ranjeeta and M. Suzuki. 2022. Socio-Economic Drivers of Community Acceptance of Sustainable Social Housing: Evidence from Mumbai. *Sustainability* 14 (15): 9321. <https://doi.org/10.3390/su14159321>.
- Ordóñez, M. F., K. Shannon and V. d'Auria. 2022. The materialization of the Buen Vivir and the Rights of Nature: Rhetoric and Realities of Guayaquil Ecológico urban regeneration project. *City, Territory and Architecture* 9: 1. <https://doi.org/10.1186/s40410-021-00147-w>.
- Purvis, B., Y. Mao and D. Robinson. 2019. Three pillars of sustainability: in search of conceptual origins. *Sustainability Science* 14: 681–695. <https://doi.org/10.1007/s11625-018-0627-5>.
- Ramsey, J. L. 2015. On Not Defining Sustainability. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 28: 1075–1087. <https://doi.org/10.1007/s10806-015-9578-3>.
- Redondo, J. M., C. Bustamante-Zamudio, J. Amador-Moncada and O. L. Hernandez-Manrique. 2019. Landscape sustainability analysis: Methodological approach from dynamical systems. *Journal of Physics. Conference series* 1414 (1): 012 010. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1414/1/012010>.
- Rodríguez-Fontalvo, D., E. Quiroga, N. M. Cantillo, N. Sánchez, M. Figueredo and M. Cobo. 2023. Green hydrogen potential in tropical countries: The Colombian case. *International Journal of Hydrogen Energy* (in press). <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2023.03.320>.
- Ruggerio, C. A. 2021. Sustainability and sustainable development: A review of principles and definitions. *Science of the Total Environment* 786: 147 481. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147481>.
- Said, E. W. 1993. *Culture and Imperialism*. New York: Random House.
- Savelyeva, T. 2017. Vernadsky meets Yulgok: a non-Western dialog on sustainability. *Educational Philosophy and Theory* 49 (5): 501–520. <https://doi.org/10.1080/00131857.2016.1138851>.

- Temper, L., M. Walter, I. Rodriguez, A. Kothari and E. Turhan. 2018. A perspective on radical transformations to sustainability: resistances, movements and alternatives. *Sustainability Science* 13: 747–764. <https://doi.org/10.1007/s11625-018-0543-8>.
- UNESCO. 2012. Education for sustainable development: sourcebook. Education for sustainable development in action: learning & training tools No 4. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- UN General Assembly. 1987. Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. Edited by the UN General Assembly. New York.
- Villalba, U. 2013. Buen Vivir vs Development: a paradigm shift in the Andes? *Third World Quarterly* 34 (8): 1427–1442. doi:10.1080/01436597.2013.831594.
- WCED. 1987. Our Common Future. Brundtland Report. Brundtland.
- White, M. A. 2013. Sustainability: I know it when I see it. *Ecological Economics* 86: 213–217. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.12.020>.
- Whitestone, M., K. Savic, D. Lovekin and E. He. 2022. Capacity-Building and Indigenous Leadership. Renewables in Remote Communities 2022 Conference: Summary Report, 7–9. Pembina Institute. <http://www.jstor.org/stable/resrep43265.7>.
- Yip, W. S., H. T. Zhou and S. To. 2023. A critical analysis on the triple bottom line of sustainable manufacturing: key findings and implications. *Environmental Science and Pollution Research* 30: 41388–41404. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-25122-x>.
- Zaharia, R. M. and R. Zaharia. 2021. Triple Bottom Line. In: The Palgrave Handbook of Corporate Social Responsibility, edited by D. Crowther and S. Seifi, 75–101. Palgrave Macmillan, Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-42465-7_2.
- Zidny, R., J. Sjöström and I. Eilks. 2020. A Multi-Perspective Reflection on How Indigenous Knowledge and Related Ideas Can Improve Science Education for Sustainability. *Science & Education* 29: 145–185. <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00100-x>.

3 What is the potential of biodiversity and bioeconomy in the 21st century?

Kwang-Zin Lee

Department of Pests and Vector Insect Control, Fraunhofer Institute for Molecular Biology and Applied Ecology IME, Giessen, Germany*

With editorial contributions from Claudia Wilke

3.1 Introduction and background

The 21st century has been marked by unprecedented challenges and opportunities, urging humanity to rethink its relationship with the environment and its resources.

One of the most promising avenues for sustainable economic and ecologic development is the exploration of biodiversity and their sustainable use in bioeconomy. Biodiversity, the full variety of life on Earth, encompasses all living organisms and their interactions within ecosystems (Keystone Center 1991; Noss and Cooperrider 1994; Wilson et al. 1988). The bioeconomy, on the other hand, is an economic model that utilizes biological resources and processes to generate value, fostering innovation, and addressing global challenges such as climate change, food security, and health (International Advisory Council of the Global Bioeconomy Summit 2020). In this chapter, we delve into the potential of biodiversity and the bioeconomy in shaping the path of our world in the 21st century.

* *Recommended citation:*

Lee, K.-Z. 2024. What is the potential of biodiversity and bioeconomy in the 21st century? In: Equitable and sustainable use of bioresources in Colombia: From concept to practice, edited by K.-Z. Lee, A. M. Aguirre Cañas, D. Morales and C. Bernal-Mattos, pp. 168–172. Stuttgart: Fraunhofer Verlag. <https://doi.org/10.24406/publica-3305>.

3.2 Biodiversity: A wealth of life

Biodiversity is the variety of all living organisms, encompassing a diverse spectrum of animals, plants, fungi, and microorganisms, and their interactions within ecosystems. In the 21st century, the importance of biodiversity for the well-being of our planet and mankind has been more and more revealed. Biodiversity provides essential support for everything in nature that sustains us in ecosystem services that are the foundation of our economies, such as pollination and water purification to carbon sequestration and disease control. Moreover, biodiversity serves as a source of natural compounds and genetic resources that can be utilized for various applications in different fields, from medicine, veterinary medicine, biotechnology to agriculture.

The potential of biodiversity especially in mega-biodiverse countries such as Colombia provides a path for bioresource identification and mining to fuel bioeconomy. As we uncover the secrets of species and ecosystems, we gain insights into novel materials, bioinspired technologies, and sustainable solutions that can reshape industries' economies.

3.3 Bioeconomy: Pioneering sustainable prosperity

The bioeconomy represents a transformative approach to economic activity, where biological resources and processes are utilized for sustainable development. It has been predicted that up to "60% of the physical inputs to the global economy could, in principle, be produced biologically" (Araya and Marber 2023). Unlike traditional economies, which rely heavily on fossil fuels and finite resources, the bioeconomy leverages renewable biological resources – plants, animals, microorganisms – for food, materials, energy, and more. It aligns economic growth with environmental protection, offering a pathway to mitigate climate change and foster resilience.

Central to the bioeconomy's success is its integration with technological advancements. Biotechnology, driven by insights from genomics and synthetic biology, enables the manipulation of organisms at the genetic level, yielding innovations such as genetically modified crops and biopharmaceuticals. Bioenergy technologies, including biofuels and biomass-based power generation, offer alternatives to fossil fuels, while enhancing energy security.

3.4 Sustainable agriculture and food security

Biodiversity is the foundation of agriculture and food systems. To quote José Graziano da Silva, FAO director-general, "we have to innovate and transform agriculture. It is fundamental to produce food in a way that preserves the environment and biodiversity. Business as usual is no longer an option". Traditional crop varieties and wild relatives harbor diverse genetic traits that can enhance yields, improve pest resistance, and increase nutritional value. Embracing this diversity can buffer against the vulnerabilities of monocultures and increase food security.

3 What is the potential of biodiversity and bioeconomy in the 21st century?

Agrobiodiversity also provides a reservoir of genetic material for crop breeding and biotechnological innovation. Precision breeding techniques enable us to develop climate-resilient and nutrient-rich crops that meet nutritional needs of a growing global human population while minimizing environmental impact. Sustainable agriculture is therefore key to reverse negative trends such as biodiversity loss, deforestation and damaged ecosystems.

3.5 Biomedicine and health innovations

The convergence of biodiversity and the bioeconomy has transformative implications for biomedicine and healthcare. Biodiversity serves as a source of bioactive compounds, many of which have been explored for pharmaceutical development. The majority of new small-molecule drugs, 116 out of 158, that were licensed in the US during the late nineties can be traced to natural origins (Stearns 2009). The rich tapestry of marine life, for instance, has yielded compounds with anticancer, antimicrobial, and anti-inflammatory properties (Jiménez 2018). The bioeconomy accelerates the translation of such discoveries into marketable products, offering new possibilities for drug development and personalized medicine.

Furthermore, advances in genomics and synthetic biology enable the engineering of microbes to produce valuable molecules, from insulin to enzymes for industrial processes. Tailored therapies based on genetic information are becoming more feasible, offering treatments that are both more effective and less invasive. The synergy between biodiversity and the bioeconomy thus promises a future where healthcare is not only curative but also preventive and personalized.

3.6 Conservation and ethical considerations

While biodiversity and the bioeconomy hold immense potential, their pursuit must be guided by ethical principles and a commitment to conservation. Unregulated exploitation of biodiversity can lead to habitat destruction, species extinction, and the disruption of ecosystems. The bioeconomy's reliance on genetic resources necessitates frameworks that ensure equitable benefit-sharing, particularly with communities that have stewarded these resources for generations.

Conservation efforts are increasingly intertwined with the bioeconomy. Protected areas not only safeguarding biodiversity but also serving as living laboratories for bioprospecting and ecosystem research. Incorporating indigenous knowledge and traditional practices into bioeconomic research activities respects cultural diversity and enhances the sustainability of these endeavors. Colombia offers a great opportunity and platform to link indigenous knowledge with bioeconomic research activities for the equitable and sustainable use of bioresources.

3.7 Colombia as a model for biodiversity and bioeconomy

Colombia stands as a prime example showcasing the potential synergy between biodiversity preservation and the advancement of the bioeconomy. As one of the biodiversity richest country, Colombia possesses an extensive array of ecosystems, from rainforests to high-altitude Andean landscapes and diverse coastal regions. This biodiversity serves as an invaluable source for scientific research, sustainable development, and bioeconomic initiatives. In Colombia, the synergistic combination of traditional knowledge from indigenous communities with modern scientific advancements might led the way for innovative approaches in utilizing biological resources. The country has become a real-time laboratory for research and innovation, offering a model for harmonizing economic growth with environmental conservation.

3.8 Bioprospecting and ethical utilization of resources

Colombia's commitment to ethical and sustainable bioprospecting is evident in its approach to the responsible use of biodiversity. By valuing and safeguarding the knowledge of indigenous communities, Colombia has established a framework that respects traditional practices and ensures fair benefit-sharing, as exemplified later in this book. The country has established protected areas that not only serve as biodiversity conservation hotspots but also act as living laboratories for bioprospecting, scientific research, and ecosystem monitoring. This strategy not only protects vulnerable ecosystems but also provides a platform for understanding the potential uses of diverse biological resources.

3.9 Government initiatives and future prospects

Colombia's commitment to biodiversity and the bioeconomy is reinforced by government policies and initiatives aimed at preserving ecosystems, promoting sustainable development, and fostering scientific research. The government has implemented programs to support sustainable agriculture, conservation efforts, and the ethical utilization of biological resources. Moving forward, Colombia has the potential to serve as a global model for the harmonious integration of biodiversity conservation and economic development. By continuing to prioritize the ethical use of biological resources, fostering collaboration between various stakeholders, and investing in scientific research, Colombia can further strengthen its role as a model of sustainable development within the realms of biodiversity and the bioeconomy.

The Colombian model showcases how a nation rich in biodiversity can leverage its natural resources responsibly, encouraging global best practices for the ethical and sustainable utilization of biological diversity in a manner that benefits both the environment and society.

3.10 Conclusion: A bio-inspired future

As the 21st century unfolds, the potential of biodiversity and the bioeconomy to shape our world is becoming increasingly clear. From sustainable agriculture and innovative healthcare to renewable energy and green materials, these intertwined concepts offer a roadmap for achieving prosperity within planetary boundaries. However, understanding this potential demands a holistic approach that values nature's diversity, upholds ethical standards, and prioritizes long-term sustainability.

As we navigate the complexities of the modern world, embracing the insights nature offers will be crucial. The intertwined relationship between biodiversity and the bioeconomy can serve as a source of inspiration, guiding us towards a future where humanity thrives while respecting the intricate web of life that sustains us all. By nurturing this relationship, we embark on a journey of discovery, innovation, and coexistence that defines the essence of the 21st century's evolving narrative.

3.11 References

- Araya, D. and P. Marber. 2023. Augmented education in the global age. Artificial intelligence and the future of learning and work. New York, London: Routledge, Taylor et Francis Group. <https://doi.org/10.4324/9781003230762>.
- International Advisory Council of the Global Bioeconomy Summit. 2020. Expanding the Sustainable Bioeconomy. Vision and Way Forward. Communiqué of the Global Bioeconomy Summit 2020. Berlin. Retrieved from: https://gbs2020.net/wp-content/uploads/2020/11/GBS2020_IACGB-Communique.pdf.
- Jiménez, C. 2018. Marine Natural Products in Medicinal Chemistry. *ACS Medicinal Chemistry Letters* 9 (10): 959–961. <https://doi.org/10.1021/acsmchemlett.8b00368>.
- Keystone Center. 1991. Final Consensus Report of the Keystone Policy Dialogue on Biological Diversity on Federal Lands: Keystone Center (Keystone policy dialogue). Retrieved from: <https://books.google.de/books?id=ZOgRuz3a7PMC>.
- Noss, R. F. and A. Y. Cooperrider. 1994. Saving nature's legacy. Protecting and restoring biodiversity. Washington, D. C.: Island Press. ISBN: 978–1-55963–248–5.
- Stearns, S. C. 2009. Sustaining Life: How Human Health Depends on Biodiversity. *Environmental Health Perspectives* 117 (6): A266.
- Wilson, E. O. (Ed.) 1988. Biodiversity. Washington, D. C.: The National Academic Press. <https://doi.org/10.17226/989>.

4 Fair and sustainable use of terrestrial biological resources in Colombia: The case of non-timber forest products

Felipe García-Cardona

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia*

With editorial contributions from Claudia Wilke

4.1 Introduction

In its almost 1,142,000 km², Colombia is home to an exceptional biological wealth. Its geographical position, where the Equator divides it in two, makes it a tropical country par excellence. Additionally, it is the only country in all of South America bathed by two oceans, the Atlantic and the Pacific. Additionally, it is crossed by the Andes Mountain Range, which crosses it majestically from south to north from the neighboring country of Ecuador, and once it enters Colombia, it branches into three imposing mountain ranges: the western, the central and the eastern, the latter branch being the one that enters and runs out in neighboring Venezuela.

Thus, within this complexity of geographical features, five large regions are formed: the Caribbean, the Pacific, the Andes, the Orinoco and the Amazon. In these large territories, each of these converges in a rugged and complex geography, where the breakdown of the connection between one region and another has facilitated a distinctive genetic interchange among species. This amalgam has allowed Colombia to host two of the globally known biodiversity "hotspots": the tropical Andes, in the communion formed in what is known as the Amazonian foothills, and the biogeographic Choco (CEPF 2023), in the union between the Pacific and the Andes in what is known

* *Recommended citation:*

García-Cardona, F. 2024. Fair and sustainable use of terrestrial biological resources in Colombia: The case of non-timber forest products. In: Equitable and sustainable use of bioresources in Colombia: From concept to practice, edited by K.-Z. Lee, A. M. Aguirre Cañas, D. Morales and C. Bernal-Mattos, pp. 173–186. Stuttgart: Fraunhofer Verlag.
<https://doi.org/10.24406/publica-3312>

4 Fair and sustainable use of terrestrial biological resources in Colombia

as the "Pacific platform", that complex foothill that begins in Ecuador and ends in neighboring Panama.

This exceptional condition of ecosystems between these seas, mountain ranges and unique ecosystems, has resulted in magnificent biodiversity. As of today, it can be stated that Colombia ranks as the second country worldwide in terms of biodiversity, boasting over 75,157 species observed in its territory (SiB Colombia 2023). Although the first place in global biodiversity goes to neighboring Brazil, with almost eight times the territory of Colombia, Colombia is by far the first country in biodiversity per square kilometer.

Starting from Bogota, the capital of Colombia situated in the heart of the country, atop a vast plateau within the majestic eastern mountain range of the Andes, the Sabana de Bogota, one can easily reach the other four major regions in less than an hour by commercial plane: the Pacific to the west, the Caribbean to the north, the Orinoco to the northeast and the Amazon to the southeast. Something impossible to do in any other South American country.

In Colombia, it is possible to find 314 types of ecosystems (Minciencias 2016) from sea level to almost 5,775 meters above sea level (m. a. s. l.) at its highest peak, the Simón Bolívar peak, in the Sierra Nevada de Santa Marta, the closest mountain massif to the sea worldwide. But equally, the central mountain range of the Colombian Andes, rises imposingly over the other two, reaching several glaciers at more than 5,000 meters high, with the Nevado del Huila Volcano standing out, which rises to 5,364 meters above sea level.

Within this diversity of ecosystems, the Páramo stands out precisely in the Colombian Andes. This ecosystem that has fascinated locals and strangers alike, rises between 3,000 and 4,000 m. a. s. l., reaching an extension of almost three million hectares in 37 complexes (Minambiente 2018). Fifty percent of the world's Páramos are located in Colombia.

Thanks to this ecosystem and its complex structures, in its first 30 cm, water is retained in more than 61% of the total volume of the soil (Díaz-Granados Ortiz et al. 2005), to be released slowly. This has allowed Colombians to support part of their development thanks to this ecosystem. Seventy percent of Colombians depend for their livelihood, drinking water and/or energy generation (WWF Colombia 2018), on the capacity of this ecosystem to regulate this precious liquid. The Páramos of the Andes allow capturing the water that comes through the so-called "flying rivers" from the Colombian Pacific and the Amazon, mainly.

The Páramo is home to a large number, not only of plant species, but also of mammals and invertebrates, many of which are endemic. Within this ecosystem, one plant species stands out in particular: the Frailejón, *Espeletia*. There are almost 92 different species of this plant in Colombia (Von Humboldt BRRI 2022), with a significant number of them being endemic to this region. Its complex structure allows the dew drops that circulate through the air to be captured through its velvet-like leaves. The Frailejón is a result of evolution, enabling it to live in extreme cold environments. Its

evolutionary adaptations serve the purpose of regulating water and foster slow growth, a response to the challenging conditions of low temperatures.

The Páramos have also been home to another charismatic species, the Andean bear *Tremarctos ornatus*. This species roams the Páramos in the three mountain ranges, and has been preserved mainly thanks to the creation of several national natural parks, which were created to protect mainly the Páramos that supply the country's main aqueducts and hydroelectric plants with their water. It is in the Chingaza Páramo, a natural park of more than 77,393 ha where the Andean bear populations in Colombia have been recorded in a systematic way (PNN Colombia 2018), a product of the conservation efforts of the State and several NGOs over several decades.

Colombia, after Brazil, is the country with the greatest plant diversity in the world, with more than 37,600 species observed in its territory (SiB Colombia 2023). This biodiversity manifests across various ecosystems throughout the country. However, it is the fusion of this biological diversity with traditional knowledge that creates a potent and explosive combination.

Colombia is a country not only rich in biological resources, but also in cultural diversity. More than 112 indigenous peoples (Truth Commission 2023), with around 70 different languages (UN Colombia 2021), populating these five regions for thousands of years, where we can find as a result, a truly unique traditional knowledge about this diversity.

In Colombia, it is possible to state that 7,472 species have some type of documented use (Diazgranados 2022). However, it is surprising that, of this knowledge, more than 68.3% corresponds to some type of medicinal use, and 50.9% to food use (Quiñonez-Hoyos 2021). Colombian forests currently total almost 60 million hectares, 52% of its territory (IDEAM 2021), despite the very high deforestation that has taken place for centuries.

For millennia, forests have not only been the "apothecary" of indigenous peoples, but also their "supermarket". The Colombian forests have been so rich that they allowed the Afro-descendant communities that arrived from Africa to settle in the Colombian Pacific, little by little, as they obtained their freedom or escaped from their masters, the Spaniards.

In the Colombian Pacific they found this territory, similar in conditions to their continent of origin, and settled there, maintaining many of their customs, turning its rivers and forests into their larder and medicine. Today, the Colombian Pacific is still mostly inhabited by black communities, who are its main owners and settlers with 5.6 million hectares and 298 Community Councils, thanks to Law 70 of 1993 (Truth Commission 2021).

However, it is important to recognize that 60% of Colombia's 60 million hectares are located in the Colombian Amazon (IDEAM 2021). This is a territory that we share in our borders with four sister countries: Ecuador, Peru, Brazil and Venezuela. The Amazon has been the territory of indigenous peoples, many of whom do not have these borders, and share their territory, language and culture with their brothers in these other countries.

4 Fair and sustainable use of terrestrial biological resources in Colombia

In Colombia, the indigenous peoples are the traditional and recognized owners of this territory, and have been able, through traditional knowledge, to conserve the resources contained in them despite the great pressures and threats that have been affecting them for decades.

It is traditional knowledge that today allows us to recognize more than 2,286 species with documented uses in this Amazonian territory (Cárdenas-López 2022), where the category of wild flora, or those known today as non-timber forest products, stands out. Indigenous peoples have harvested the forests without destroying them for millennia. If there is anyone who can teach us how to adapt to climate change, it is undoubtedly the indigenous peoples of the Amazon. Their relationship with the forest is not only material, medicinal and food, it is also spiritual.

The indigenous people of the Amazon have found in several of their plants, a source of power. Within this, the famous bejuco stands out: *Banisteriopsis caapi* known as Ayahuasca. This sacred plant today brings together indigenous peoples from five countries, Peru, Ecuador, Venezuela, Brazil and Bolivia, who have developed their spiritual power and traditions around this plant (Trujillo et al. 2010). Traditional practitioners have found in it a way to heal not only the body, but also the spirit. The potential to explore alternative forms of knowledge found in Ayahuasca, gives it a unique strength.

The famous biologist and entomologist Edward O. Wilson stated in one sentence all the potential that this wealth of biodiversity has for Colombia: "Biodiversity is to Colombia what oil is to Saudi Arabia". While this phrase may serve as a valuable reference, historical evidence in Colombia suggests a significant gap in acknowledging its reality. On the contrary, forests have traditionally been perceived as hindrances to the country's development. It is enough to look at the deforestation figures of the last 20 years, where more than 3 million hectares have been lost (Minambiente 2022).

Just to give an indication of what this figure means, Costa Rica, a megadiverse country that has made biodiversity and its forests part of its development narrative, has 3 million hectares in total (Statista 2023). In other words, over the past two decades in Colombia, we have witnessed the destruction of natural resources that countries like Costa Rica have diligently preserved and cultivated as their primary heritage for the past forty years. What is the origin of this reality? How has the depletion of forests become an integral aspect of Colombia's landscape? What factors contribute to local communities attaching minimal value to this vital resource?

4.2 A look at the history of forest loss in Colombia

Throughout Colombia's history, forests have been perceived primarily as a source of energy and, secondarily, as a hindrance to development. From the nation's early stages of development, pre-dating its republic era and continuing afterward, the correlation between deforestation and the country's growth becomes evident over centuries.

The history of deforestation begins with the Magdalena River. The forests lining the main Colombian "artery", once also known as, "highway", served as the primary source of timber. These forests played a crucial role as a source of energy to propel the steam powered ships transporting passengers and cargo along the river. In this way it was possible to reach the center of the country through the main ports on the river, and to return to ports in the Caribbean (Davis 2020).

Similarly, the growth of cities such as Bogotá, which became the capital of Gran Colombia in 1819, unfolded alongside the preceding degradation and deforestation of the wetlands and high Andean forests that had once enveloped the Bogotá savannah. This city grew and consumed the surrounding forests, especially as a source of firewood for construction and furniture, but also to establish crops and pastures for livestock (Gallo 2021). This model was replicated throughout the country, in the main cities, which later consolidated the Republic of Colombia.

As we grew as a republic, as the population grew, and as the country began to be populated, the need for land for livestock and agriculture became the great enemy of the forests. Thus, one of the first agrarian reform efforts was in 1874 with Law 61, which states that *"any individual who occupies uncultivated land belonging to the nation, which has not been given special application by law, and establishes in them habitation and farming, acquires the right of ownership over the land he cultivates, regardless of its extension"*.

This law became a license for deforestation in Colombia, and established in the country a narrative that still persists in Colombia, that of what is popularly known as "improvements". This concept has allowed Colombians to traditionally cut down the forest after 150 years (Novoa 2021). Many of the transactions that are made on the land correspond to appraisals that are made on the "improvements" that the land has undergone.

Behind this law, and the subsequent efforts that the country has made for agrarian reform in the country, the concept of agricultural frontier in Colombia was generated. This frontier has been moving fast over the years, and even very recently in 2018, we generated a new map of the agricultural frontier. It is delineated by the Amazon and a section of the Orinoco forests, encompassing an area of nearly 37 million hectares corresponding to 32% of the country's area (UPRA 2018).

In Colombia, a whole industry was generated behind the destruction of forests through what is known as "slash and burn", which simply consists of cutting down the mature forest, in some cases taking advantage of the months of drought to dry the wood, and then burning it (Gamero-Gamero et al. 2020). Thus, as roads have been established, the expansion of this agricultural frontier has been facilitated in a cyclical manner, year after year, throughout Colombia.

This expansion has been accompanied in many territories by illicit crops, illegal mining and the invasion of areas that have been declared Forest Reserves, Law 2 of 1959 (Minambiente 1959), or even national natural parks (Novoa 2021).

4 Fair and sustainable use of terrestrial biological resources in Colombia

Subsequently, the Colombian armed conflict, primarily initiated in the 1950s, led to the discovery that these agricultural frontier zones and the more remote jungle areas of the country are ideal locations for settlement. Land appropriation became the production factor for the establishment of pastures for cattle ranching (Novoa 2021).

Today in Colombia there are more than 39 million hectares of pastures for livestock (DANE 2019). In terms of scale, a territory slightly larger than the size of Germany is currently dedicated to livestock in Colombia. However, the management of this land is deemed inefficient, given that there are just 29 million head of cattle, equating to less than one animal per hectare (Contexto Ganadero 2023).

Due to the ineffective management of this production system in places unsuitable for this activity, such as the slopes of the Andes, over 26 million hectares of land, almost 70% of the area have undergone degradation (IDEAM 2017). This figure is distressing, especially when contrasted with the initial goal of the agricultural frontier expansion, which aimed to establish stable areas for cultivation. Today, Colombia allocates only 5.3 million hectares to permanent and transitory crops (DANE 2019). This is comparable to the agricultural area in a country like Ecuador, which dedicates almost 4.9 million hectares to this activity, despite Ecuador being roughly a quarter of the size of Colombia in terms of territory.

In summary, the distribution of land use in Colombia shows the following picture: A little more than half of the country, 52% of the territory is covered by forests, 34% is covered by pastures for traditional livestock, and 5% is covered by transitory and permanent crops.

In terms of GDP contribution, the seven departments hosting the majority of Colombia's forests (Caquetá, Putumayo, Amazonas, Vaupés, Guaviare, Guainía, and Vichada), covering almost 50% of the country's territory and covering significant natural capital, contribute just under 1.1% to the national GDP (DANE 2022). The 34% of the territory where cattle pastures are located, contribute 1.7% to GDP, and the 5.3% of the area dedicated to crops (Contexto Ganadero 2023), contributes 6.7% to GDP and generated exports to the country for almost 7.7 billion dollars in 2022 (Altamar Perez 2023).

One of the reasons for deforestation in Colombia is the low value assigned to forests and the lack of a strategy for their sustainable use. Historically, the primary motivation for deforestation has been the desire to claim ownership of the land. This incentive leads individuals to engage in deforestation activities on territories that, in their perception and imagination, hold little to no value.

In discussions with authorities in the department of Caquetá, it became apparent that the cost of a hectare of forest is approximately one million pesos, whereas a hectare with established pasture for livestock can cost five million pesos. This represents a ratio of 1 to 5.

In Colombia, the emphasis on forest conservation has traditionally followed a conservationist approach rather than recognizing them as a potential avenue for development. Both from the establishment of the national natural parks, which have the character of "inalienable, unseizable and

imprescriptible", according to Article 63 of the Political Constitution of Colombia, CPC, and the designation of the indigenous reserves (Article 329 CPC) and the collective territories of the black communities (transitory Article 55 CPC).

From this perspective, numerous forests across the country are now protected, with some areas experiencing an overlap between national parks and indigenous reserves. This leads to an expectation that these communities will assume the role of "guardians" for these territories due to their traditional methods of stewardship.

4.3 How to generate a higher value to the forest: non-timber forest products

One of the key questions that needs addressing is: How to create more significant value for the forests? The answer is that this value should be based on greater possibilities of sustainable use, that it should become an economic alternative for the actors in the territory, and that it should be seen as a potential source of income and wealth generation.

One of the challenges is the transformation in the Colombian prevailing perception or context of the term territory. As seen above, Colombia has existed for almost 150 years, where the predominant narrative has been that, in order to have a property title, one must "improve" these "uncultivated lands", that is, burn and establish pastures (slash and burn).

Initiating change should commence with the acknowledgment of the value inherent in forests, primarily based in the biodiversity they encompass. Colombia's natural tropical forests are rich not only in timber, but also in what are known as "non-timber forest products" (NTFPs; Spanish *productos no maderables del bosque* or PNMB), for example in the fauna that is part of them, in fungi, arthropods and microorganisms, in all their wealth of different species.

Given that tropical forests are a majestic arrangement of biodiversity, the next question we can ask ourselves is: How can we mine resources from the forests without causing their destruction, ensuring they remain standing? Answering this question primarily requires collection of data, information and knowledge of both the different ecosystems and the species confined within them.

Each region in Colombia has very different conditions; a humid forest in the Colombian Pacific is not the same as a tropical dry forest in the Colombian Caribbean, let alone a high Andean Forest in the Andes. Let's start answering this question by changing the paradigm from untouchable conserved forests to productive sustainable forests.

Biodiverse forests in Colombia have not been seen or understood as productive. This is how the concept of NTFP, finds full ground in Colombian regulations, only until Decree 690 of 2021. In this decree, NTFPs are defined as *"goods of biological origin other than wood and fauna, which are obtained from the various forms of life of wild flora, including fungi, and which are part of natural*

4 Fair and sustainable use of terrestrial biological resources in Colombia

ecosystems". Previously, the concept of wild flora was introduced in Decree 2811 of 1974 without a clear definition until Decree 690, where the following definition is included: "*set of plant species and individuals of the national territory that have not been planted or improved by man, present in natural ecosystems other than natural forest. It includes aquatic flora*".

Throughout history, it is evident how natural forests were regarded solely through the lens of conservation. The responsibility for their management and administration fell to the Ministry of the Environment as of Law 99 of 1993, with the Ministry of Agriculture being solely responsible for forest plantations.

There have been no institutions in Colombia to promote the management of the NTFP, nor a technological offer that would allow the inhabitants to even think about their use, let alone credit lines to encourage the development of projects. Natural forests in Colombia are practically orphans from a development point of view.

In Colombia, there is no requirement to seek authorization if one wishes to establish a pasture, plant a palm crop, or initiate a rice monoculture. The decision rests solely with the landowner or investor. To facilitate this process, decision-makers have access to technological packages, many of which are validated and endorsed by associations and institutions. State-sponsored credit lines are also available, accessible with guarantees that can be obtained if the landowner is the rightful owner of the land. Moreover, certain crops even receive support in marketing through these mechanisms.

If a person, individual, or organization wants to "harvest" a particular species from the NTFP, first, if they are the owner of the property, they must request a *use and exploitation permit* from the regional autonomous corporation (CAR) of the jurisdiction where the property is located.

Decree 690 of 2021 enabled the possibility that, if the respective CAR has a *protocol for the use and harvesting* of that particular species, the owner of the property requests the permit within the framework of said protocol; if the CAR does not have the protocol, the owner of the property must prepare a *technical study* on the harvesting he/she wants to carry out and submit it directly to the CAR.

Currently, no CAR has such *protocols for use and exploitation*, which obliges any landowner to carry out a *technical study*. This study has certain standards that can only be met by companies with the technical and financial capacity to carry it out.

In Colombia, there are no so-called technological offers to make use of the NTFP. It is contradictory that a country with sixty million hectares of forest does not have the possibility of offering citizens technological alternatives to take advantage of the forest.

On the other hand, the financial system does not have lines of credit created for the NTFP either, that is to say, the financing is entirely at the owner's or investor's risk. Finally, the owner lacks an

institution to advocate on their behalf. That is to say, there are no associations that become valid speakers before the different institutions in the country, and that have a spokesperson for the use of this type of resource.

In this context, those investing in such initiatives do so driven by personal conviction or a specific commitment to environmental and social entrepreneurship. They operate at a distinct disadvantage compared to those involved in traditional agricultural sectors. What must happen if we want to make fair and sustainable use of these non-timber biological resources of the forest?

4.4 Final reflections: A long way to go

The view we have of forests in Colombia has been focused on their ecosystem services, mainly as water regulators, for carbon sequestration and for their landscape value. This has generated from public policy an intention to finance their conservation through mechanisms such as payments for ecosystem services.

This intention has been normatively developed through Decree 1007 of 2018, which establishes the "*incentive of payment for environmental services*". The majority of Colombia's population is unaware of the biodiversity within its forests and the potential uses associated with them due to a lack of knowledge. However, the native communities of the country since pre-Columbian times made a permanent and traditional use of the fruits, seeds, exudates, resins, materials, etc., contained in the forests. The forests were their pantry of medicines, food, beverages, cosmetics, materials for construction, etc.

This is explained by the high level of traditional knowledge in Colombia, which explains the cataloguing of 7,472 species of plants with some type of use (Diazgranados 2022). The principle of the NTFP is based on conceiving natural biodiverse forests also as pantries, i. e., they can be harvested without destroying them.

This requires research; each useful species in the forest is a universe of information and knowledge that needs to be documented. From this knowledge we can build technological offers for its use. From this principle, a series of initiatives have arisen where the same communities living in the forests have been able to establish standards for the use of NTFPs.

As an example, we have the case of two sister species, the *Euterpe oleracea* in the Colombian Pacific or Naidí, and the *Euterpe precatoria* in the Amazon or Asaí. Two main products are harvested from these two species: the heart of palm and the pulp, which have a market that has been growing nationally, but mainly internationally, for their nutritional values.

In Colombia, the first use and harvesting permit granted under the framework of Decree 690 of 2021, was granted for the use and harvesting of Naidí for a community of the Colombian Pacific, under Resolution 0750 of the CVC (Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca) of

4 Fair and sustainable use of terrestrial biological resources in Colombia

December 16, 2021. This harvesting showed a possible way for communities to use non-timber forest products through the combination of traditional knowledge and scientific knowledge.

The potential for non-timber forest products in Colombia is enormous. The diversity of ecosystems and communities that have made traditional use of them results in a virtuous mix for the use of NTFPs.

This requires incentives for value chains to promote these uses, and for communities to begin to receive an income for the forests they have traditionally conserved. Unfortunately, in Colombia, communities have been seen as guardians of their forests, but they have not been considered as beneficiaries of their use and exploitation through the sustainable use of NTFPs.

Knowledge and innovation must be used to promote these value chains, and conditions must be created for these communities to add value and build competitive conditions so that the use of these products can generate tangible economic benefits.

In the case of Naidí and Asaí, the aforementioned statement is exemplified by the necessity for these communities to adopt sound extraction practices for resources due to the high-altitude conditions in which the fruits are harvested. This involves the establishment of collection centers for processing heart of palm or pulping seeds, ensuring refrigeration and storage conditions to facilitate a cold chain, and establishing transportation conditions to seamlessly integrate the products into the chain with processors and marketers.

There is a market for nutraceutical beverages and foods, natural cosmetics, nationally and internationally for these products from *Euterpe oleracea* and *Euterpe precatoria* that has been growing, and which is an opportunity to generate income for many communities in the Colombian Pacific and the Amazon.

Currently, there are several associations for these products, generating benefits for local communities. The market itself has been responsible for driving these value chains. Currently, the company Corpocampo (<https://corpocampo.org/>) is an example of a corporation, which has been investing on this type of products, markets, and shows positive income results for local communities in more than fifteen years.

So far, the road to a fair and sustainable use of forests in Colombia is just beginning. Despite the vast potential presented by the natural resources in terms of both magnitude and diversity, what currently exists are limited to a few pilot studies and initiatives scattered across the country. These endeavors are gradually laying the groundwork for further development in this direction. Colombia still has a very limited vision of its rural territories, especially its forests. Just look at last year's deforestation figures, which reached 130,000 hectares. Changing the paradigm that forests offer the possibility of sustainable use and exploitation is not simple; it will require large investments in science and innovation, governance and associativity, and financing possibilities according to the conditions of the territories.

4.5 References

- Altamar Perez, N. 2023. Agricultural exports grew 44% in two years, with sales of US\$ 14 153 billion. *Agronegocios*, 22/02/2023. Retrieved from: <https://www.agronegocios.co/agricultura/exportaciones-agricolas-de-colombia-y-su-crecimiento-3551230#:~:text=Las%20exportaciones%20agr%C3%ADcolas%20han%20tienen,%2C8%25%20respecto%20a%20202021> (Last access: 30/09/2023).
- Cárdenas-López, D., N. Castaño-Arboleda, N. Marín-Canchalá and A. Barona-Colmenares. 2022. Useful plants of the Colombian Amazon. In: Catalogue of Useful Plants of Colombia, edited by R. Negrão et al., 93–101. London: Royal Botanic Gardens, Kew Publishing. ISBN: 978–1 842 467 749.
- Critical ecosystem partnership fund (CEPF). 2023. Explore the biodiversity hotspots. Retrieved from: <https://www.cepf.net/our-work/biodiversity-hotspots> (Last access: 20/08/2023).
- Center for International Forestry Research (CIFOR). 2023. Forests and non-timber forest products. Retrieved from: <https://www.cifor.org/Publications/Corporate/FactSheet/ntfp.htm> (Last access: 20/08/2023).
- Contexto Ganadero. 2023. Livestock, a sector that outweighs the coffee sector in the economy: Beltrán. Retrieved from: <https://www.contextoganadero.com/economia/la-ganaderia-un-sector-que-pesa-mas-que-el-cafetero-en-la-economia-beltran> (Last access: 30/09/2023).
- Davis, W. 2020. Magdalena: river of dreams. First edition. New York: Alfred A. Knopf, 404 pp. ISBN: 9 780 375 410 994.
- Departamento Administrativo de la Función Pública. 1974. Decreto 2811 de 1974. Retrieved from: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1551> (Last access: 20/08/2023).
- Díaz-Granados Ortiz, M. A., J. D. Navarrete González and T. Suárez López. 2005. Páramos: Sensitive Hydrosystems. *Revista de Ingeniería* 1 (22): 64–75. <https://doi.org/10.16924/revinge.22.8>.
- Diazgranados, M. 2022. A taxonomic summary of useful plants in Colombia. In: Catalogue of Useful Plants of Colombia, edited by R. Negrão et al., 135–147. London: Royal Botanic Gardens, Kew Publishing. ISBN: 978–1 842 467 749.
- Gallo, L. 2021. Permanences and transformations: the Muisca territory in the Sabana of Bogotá in the second half of the sixteenth century. *Anuario Colombiano de Historia Social y de la Cultura* 48 (2): 363–398. <https://doi.org/10.15446/achsc>.

4 Fair and sustainable use of terrestrial biological resources in Colombia

Gamero-Gamero, A., J. Delgadillo-Martínez, J. Cortés-Flores, J. Velasco-Velasco and C. Velasco-Cruz. 2020. Soil properties affected by resting time in a slash-and-burn slash-and-burn system. *Ecosistemas y recursos agropecuarios* 7 (1): e2098. <https://doi.org/10.19136/era.a7n1.2098>.

Indigenous Territory and Governance. 2023. General Information. Retrieved from: <https://www.territorioindigenaygobernanza.com/web/colombia/> (Last access: 20/08/2023).

Institute of Hydrology, Meteorology and Environmental Studies of Colombia (IDEAM). 2017. Forty percent of the Colombian territory has some degree of erosion. Retrieved from: http://ideam.gov.co/web/sala-de-prensa/noticias/-/asset_publisher/LdWW0ECY1uxz/content/el-40-por-ciento-del-territorio-colombiano-tiene-algun-grado-de-erosion (Last access: 30/09/2023).

Institute of Hydrology, Meteorology and Environmental Studies of Colombia (IDEAM). 2021. Deforestation monitoring results. Retrieved from: http://www.ideam.gov.co/documents/10182/113437783/Presentacion_Deforestacion2020_SMBYc-IDEAM.pdf (Last access: 20/08/2023).

Lex Base. 1874. Law 61 of 1874. Retrieved from: <https://www.lexbase.co/lexdocs/indice/1874/10061de1874#:~:text=Ley%2061%20de%201874%20%2D%20Colombia&text=Todo%20individuo%20que%20ocupe%20terrenos,cualquiera%20que%20sea%20su%20extensi%C3%B3n> (Last access: 20/08/2023).

Minambiente, Ministry of Environment and Sustainable Development. 1959. Law 2 of 1959. Retrieved from: <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/ley-2-1959.pdf> (Last access: 20/08/2023).

Minambiente, Ministry of Environment and Sustainable Development. 1993. Law 99 of 1993. Retrieved from: <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/ley-99-1993.pdf> (Last access: 20/08/2023).

Minambiente, Ministry of Environment and Sustainable Development. 2018. Two more páramos will be delimited in Colombia. Retrieved from: <https://archivo.minambiente.gov.co/index.php/noticias-minambiente/4074-dos-paramos-mas-quedaran-delimitados-en-colombia#:~:text=Colombia%20has%2037%20p%20p%C3%A1ramos%20that,Andean%2C%20%20%C3%BANicos%20with%20this%20ecosystem> (Last access: 30/09/2023).

Minambiente, Ministry of Environment and Sustainable Development. 2021. Decree 690 of 2021. Retrieved from: <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/decreto-690-de-2021.pdf> (Last access: 20/08/2023).

- Minambiente, Ministry of Environment and Sustainable Development. 2022. More than three million hectares of forest have been deforested in Colombia in the last two decades. Retrieved from: <https://www.minambiente.gov.co/uncategorized/en-colombia-se-han-deforestado-mas-de-tres-millones-de-hectareas-de-bosque-en-las-ultimas-dos-decadas/> (Last access: 20/08/2023).
- Minciencias, Ministry of Science, Technology and Innovation. (2016). Colombia, the second most biodiverse country in the world. Retrieved from: https://minciencias.gov.co/sala_de_prensa/colombia-el-segundo-pais-mas-biodiverso-del-mundo (Last access: 20/08/2023).
- National Department of Statistics (DANE). 2019. National Agricultural Survey (ENA) 2019. Technical Bulletin. Bogotá, Colombia, 88 pp. Retrieved from: <https://www.dane.gov.co> (Last access: 30/09/2023).
- National Department of Statistics (DANE). 2022. Gross Domestic Product by department, Base 2015. 12 groupings. In: ISIC Rev. 4 B. C. sections. Bogotá, Colombia.
- Novoa, E. 2021. Rural reform and environmental protection: Neither one nor the other. Asociación Ambiente y Sociedad. Bogotá, Colombia. ISBN: 978-958-5402-59-1.
- Parques Nacionales Naturales de Colombia (PNN Colombia). 2018. Chingaza Park: generating new information on Andean bear behavior. Retrieved from: <https://old.parquesnacionales.gov.co/portal/es/parque-chingaza-generando-nueva-informacion-sobre-el-comportamiento-del-oso-andino/> (Last access: 30/09/2023).
- Quiñones-Hoyos, C., A. Rengifo-Fernández, S. Bernal-Galeano, R. Peña, M. Fernández, M. Rojas and M. Diazgranados. 2021. A look at plants and fungiútiles in three biodiverse areas of Colombia. Royal Botanic Gardens, Kew and Alexander von Humboldt Biological Resources Research Institute. Editorial Nomos S. A., United Kingdom. ISBN: 978-958-5183-28-5.
- SiB Colombia, Biodiversity Information System for Colombia. 2023. Biodiversity in figures: Colombia. Retrieved from: <https://cifras.biodiversidad.co/colombia> (Last access: 20/08/2023).
- Statista. 2023. Area destined to forest land in Costa Rica from 1990 to 2020. Retrieved from: <https://es.statista.com/estadisticas/1218299/superficie-territorio-forestal-costa-rica/#:~:text=In%202020%2C%20the%20area%20allocated%20of%20forests%20reported%20in%202010> (Last access: 30/09/2023).
- Trujillo, E., G. Frausin, M. Correa and W. Trujillo. 2010. The use of ayahuasca in the Amazon. *Ingenierías & Amazonía* 3 (1): 151-163.

4 Fair and sustainable use of terrestrial biological resources in Colombia

Truth Commission. 2021. Collective ownership of Black people turns 27 years old. Retrieved from: <https://web.comisiondelaverdad.co/actualidad/noticias/ley-70-propiedad-colectiva-del-pueblo-negro-cumple-27-anos#:~:text=La%20Ley%2070%20de%201993,fundamentales%20de%20la%20poblaci%20poblci%20C3%B3n%20afrocolombiana> (Last access: 30/09/2023).

Truth Commission. 2023. Who are the Ethnic Peoples. Retrieved from: <https://www.comisiondelaverdad.co/quienes-son-los-pueblos-etnicos> (Last Access: 20/08/2023).

UN Colombia, United Nations Colombia. 2021. Indigenous languages: culture, identity and history. Retrieved from: <https://colombia.un.org/es/148986-las-lenguas-ind%C3%ADgenas-cultura-identidad-e-historia#:~:text=La%20Organizaci%C3%B3n%20Nacional%20Ind%C3%ADgena%20de,castellano%20y%2069%20lenguas%20maternas> (Last access: 30/09/2023).

Unidad de Planeación Rural Agropecuaria (UPRA). 2018. General identification of the agricultural frontier in Colombia, Scale 1:100,000. Bogotá, Colombia: MADR, UPRA. Retrieved from: https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Projects_Documents/IDENTIFICACION%20GENERAL%20DE%20LA%20FRONTERA%20.pdf (Last access: 30/09/2023).

Von Humboldt Biological Resources Research Institute (BBRI). 2022. New species of frailejón in Colombia, 92 species and counting ... Comunicaciones Instituto Humboldt Publicación. Bogotá, Colombia. Retrieved from: <http://www.humboldt.org.co/es/boletines-y-comunicados/item/1750-nueva-especie-de-frailejon-en-colombia-92-especies-y-contando> (Last access: 30/09/2023).

WWF Colombia. 2018. Paramos law: implementation begins. Posted 01/08/2018. Retrieved from: <https://www.wwf.org.co/?332290/Ley-de-paramos-comienza-la-implementacion#:~:text=Los%20p%C3%A1ramos%20son%20indispensable%20para,a%20trav%C3%A9s%20de%20las%20hidroel%C3%A9ctricas> (Last access: 30/09/2023).

5 Colombia's marine biodiversity: The neglected side of a megadiverse country

Juan Armando Sánchez

Faculty of Science, Universidad de Los Andes, Bogotá, Colombia

Center of Excellence in Marine Sciences (CEMarin), Bogotá, Colombia

Andrés F. Osorio

Faculty of Mines, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia

Center of Excellence in Marine Sciences (CEMarin), Bogotá, Colombia*

With editorial contributions from Claudia Wilke

Abstract

Despite being one of the three most biodiverse countries in the world, knowledge about Colombia's marine biodiversity (5,896 species) is limited compared to the species recorded in the continental area (71,866). This chapter focuses on understanding the limited development of marine biodiversity in an area with two different oceans and biogeographic provinces, the Caribbean Sea and the eastern tropical Pacific, with all tropical marine ecosystems, upwelling zones and depths of up to 6,000 meters. There are notable information gaps in marine biodiversity in microscopic organisms from meiofauna (<0.5 mm) to microorganisms and in general to deep-sea environments. Despite these restrictions, Colombia has protected about 37% of its territorial sea, but these areas lack complete marine biodiversity inventories. Although marine biodiversity offers numerous possibilities

* *Recommended citation:*

Sánchez, J. A. and A. F. Osorio. 2024. Colombia's marine biodiversity: The neglected side of a megadiverse country. In: Equitable and sustainable use of bioresources in Colombia: From concept to practice, edited by K.-Z. Lee, A. M. Aguirre Cañas, D. Morales and C. Bernal-Mattos, pp. 187–200. Stuttgart: Fraunhofer Verlag. <https://doi.org/10.24406/publica-3316>.

for Colombia, there are enormous challenges for its development, especially in terms of collaboration between institutions and access to open data.

5.1 Introduction

Colombia in recent years has sought a "quantum leap" towards its development. The last mission of experts during M. I. S. 2019 (International Mission of the Wise 2020), recognized several important mission fronts focusing on equity, productivity and biodiversity, specifically on the latter, a Biodiverse and Cultural Colombia. Although efforts of this type are generally truncated with changes of government – and this was no exception – the fact that biodiversity appears as one of the pillars for a transformation of Colombian development is a good start.

According to the Colombian Biodiversity Information System of the Humboldt Institute, Colombia is home to 75,157 species: 71,866 in continental areas and 5,896 in its seas. Although the estimate of species for Colombia is much higher, close to 200,000 species, it is already one of the megadiverse countries of the planet, possibly with the second most species, surpassed by Brazil, a nation that has seven times the area of Colombia (Sánchez 2021). It is widely recognized in the global context that Colombia is the country with the most bird species in the world, which is evident every "Global Big Day" where thousands of people around the world conduct bird censuses. Even more surprising, Colombia has about 4,000 species of edible plants, with endemics evenly distributed throughout its territory (Gori et al. 2022 a; Gori et al. 2022 b). This finding contrasts with the fate of some of the cultivated species during the environmental crisis. Plants important for global food security, such as lentil and chickpea, due to their modest genetic diversity, have an uncertain future to adapt in the face of climate change predictions (Coyné et al. 2020). In the meantime, Colombia offers a blank canvas for reinventing the world's food pantry. Will it be worth betting on Colombia's biodiversity?

If there is any doubt, Colombia cannot project itself from its geopolitical, economic, military, sporting or political achievements. A macro, expert and external vision of Colombia in its recent history, reminds us that:

"As for Colombia: A South American republic, long isolated from the rest of the world by its geography, economically marginal, an overwhelmingly rural society, without industry, under a weak regime, anti-militaristic, poorly educated except for a very small minority, with no victories in its international experience, no invasions, no sorrows or glories, without the stimulus of international conflicts, apparently little civilized" (Malcolm Deas, The Colombians, IDEAS, December 2022).

Biodiversity for Colombia is in every sense its salvation as a nation. An opportunity not only to lead international efforts in the study and conservation of biodiversity, but to route its development focused on many challenges that demand nature-based innovation. In this chapter, without pretending to be an exhaustive review, we want to take a look at progress in marine biodiversity, exactly two decades after the first detailed review on the subject (Díaz and Acero P 2003). We can advance

that we still do not have the same information for marine biodiversity as for continental biodiversity and that an even greater challenge is required for its exploitation.

5.2 Marine biodiversity of Colombia

Before discussing Colombia's marine biodiversity, we should note that although it is a megadiverse country, its number of marine species (5,896) is an order of magnitude less than that of terrestrial species (71,866). More worrying is that this number is not very different from a review of marine biodiversity published at the beginning of the millennium when the inventory totaled 4,779 species (Diaz and Acero P 2003). The countries with the highest marine biodiversity are located in the tropical belt and in the so-called coral triangle: the Philippines, Indonesia and Malaysia (Roberts et al. 2002). This side of the Atlantic has been characterized because it is a region with many endemic species and because its biodiversity is highly threatened. However, since Colombia is located in the tropics and includes coasts in the two great oceans, Atlantic-Caribbean and Eastern Tropical Pacific (Figure 1), it is expected to harbor a greater number of species.

The subtropical island of New Zealand, for example, has 18,494 recorded marine species, about half of which are endemic (NIWA). Colombia has about 892,118 km² of marine jurisdiction, while New Zealand has more than 4 million km². Despite this, the density of species in Colombia is much lower. So, the question is: is Colombia also a megadiverse country in its seas? The quick answer is that we still do not know because a large part of Colombia's exclusive economic zone is still unexplored. Particularly, Colombia's deep seas remain poorly explored but there is also a taxonomic impediment to identify some invertebrate groups and deep-sea species, whose exploration is also very limited worldwide. New Zealand has had a sustained and determined effort to hire world-class taxonomists in several groups of marine organisms in its marine research institute (National Institute of Water and Atmospheric Research, NIWA). This has clearly been lacking in Colombia in most marine groups, including the most biodiverse invertebrate types.

There have been few initiatives to explore the deep sea in Colombia. A great effort to explore the first 1000m depth of the continental shelf and slope of the Colombian Caribbean was the "Expediciones Macrofauna 1998–2002", and other similar ones, led by INVEMAR where trawling and sampling of the seafloor with soft bottoms from the Gulf of Urabá to the Guajira were carried out (Ardila et al. 2005; Navas et al. 2010; Chacón-Gómez et al. 2012). As expected, numerous new records and new species were found at more than 300 stations between 21 and 900 m depth. During these expeditions, 198 species were identified at the continental margin at 13 phytoplankton sampling stations, while at the same stations 9 phyla were recorded in the mesozooplankton, identifying at least 20 species in detail. At the bottom stations, a greater number of species were recorded, including 109 benthic cnidarians, 619 mollusks, 600 arthropods, 188 echinoderms, 112 bryozoans, and 275 fish species. However, species accumulation curves suggest that doubling the sampling effort would have reached about 2,500 species. It is clear that these expeditions are a model for managing efforts to complete the inventory of Colombian marine biodiversity.



Figure 1: Marine biodiversity of Colombia. Top: mesophotic octocoral, *Ellisella barbadensis* (50 m, under Red October, Colombian Caribbean). Bottom: starfish *Pentaceraster cummingi* (15 m, Gorgona Island, Colombian Pacific) (Photos: Juan A. Sánchez).

Since then, no such extensive, thorough and ambitious expeditions have been undertaken for the study of marine biodiversity in Colombia, beyond what was already known in 2005 (see review in Ardila et al. 2005). New records are published every year for both the Pacific and the Colombian Caribbean but with a very modest accumulation of species. This is unfortunate for a marine exclusive economic zone that reaches 6,000 m depth, including rocky ecosystems that were not included in the previously mentioned expeditions.

On hard and rough bottoms, where trawls are not an appropriate sampling method, there is also great potential to increase knowledge of Colombia's marine biodiversity. For example, the first explorations in the mesophotic zone (40–115 m depth) of the coral reefs of San Andres Island, the vast majority of corals collected, such as octocorals and black corals, could not be identified to species level or were new species (Sanchez et al. 2019). A similar situation, with new records for Colombia, was found in the cliffs and mesophotic coral ecosystems of the Chocó region of the Colombian Pacific (Mejía-Quintero and Chasqui 2020). Even more surprising are the new records of species in the deep sea (>1,000 m) thanks to videos taken remotely and shared by companies in the hydrocarbon sector (Dueñas et al. 2019). Similarly, sampling deposited in natural history museums allowed the discovery of ecosystems in cold seeps and abundant chemosynthetic organisms (Dueñas et al. 2021). These are just a few examples of the potential for new discoveries for the Colombian deep sea.

There are notable information gaps in marine biodiversity in microscopic organisms from meiofauna (<0.5 mm) to microorganisms. One way to estimate the biodiversity of microorganisms is by sequencing a region of DNA, either to identify them in free life or in the study of endosymbionts of other marine species. Many organisms harbor diverse invertebrate species and associated microorganisms whose study in Colombia is still in its infancy.

It is clear that the microbiota of practically all plants and organisms on earth are very little studied and are perhaps the least explored frontier of biodiversity. In marine organisms, the first results – which concern our expertise – are surprising. In the Colombian Caribbean mesophotic coral, *Agaricia undata*, whose associated endosymbionts were studied in detail, we observed, in addition to associations with various types of zooxanthellae as in shallow corals, several endolithic algae – which live obligately inside the rock just below the coral living tissue – that changed according to locality, with few overlaps between coastal and oceanic (Gonzalez-Zapata et al. 2018a; Gonzalez-Zapata et al. 2018b). As expected, when reviewing other corals from the Caribbean and Colombian Pacific, the number of species of these endolithic algae increased significantly, suggesting a situation similar to zooxanthellae, with a very high biodiversity that requires molecular methods to differentiate them and takes a long time to give them properly described names under the rules of taxonomy. In the case of microorganisms associated with marine invertebrates, the biodiversity is remarkable. An organism such as a coral can achieve a stable relationship with hundreds of microorganisms. Many of these are bacteria, archaea, fungi and even protists and meiofauna. Understanding this compartment of marine biodiversity is fundamental to understanding the response to environmental changes of species, given that many apparent diseases are actually dysbiosis, where bacterial abundances change randomly affecting their host (Gonzalez-Zapata et al. 2018a;

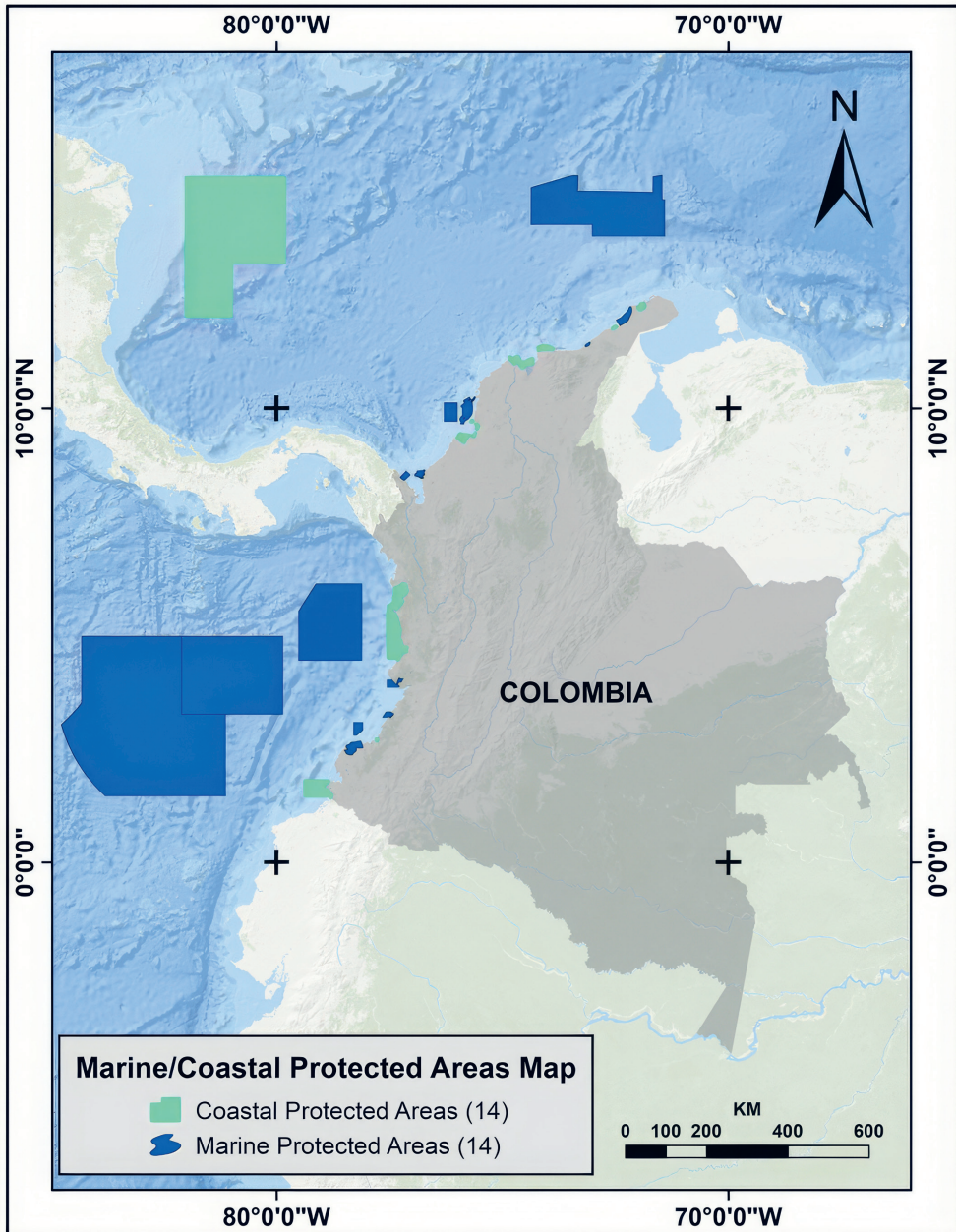


Figure 2: Map of Colombia's marine protected areas from RUNAP. The data were obtained from the updated database in shapefile (.shp) format of the Registro Único de Áreas Protegidas (RUNAP, 2023), subsequently the marine and coastal protected areas were extracted, using a free and open source geographic information software called QGIS_v3.22.4.

Quintanilla et al. 2018). Tropical marine ecosystems, such as coral reefs, seagrasses, and mangroves, harbor the most complex symbiosis networks in the ocean that include countless species not yet recorded for Colombia or even science.

In addition to the scales at which the marine biodiversity of Colombia can still be deepened, there is the multiplicity of ecosystems – not only tropical – and environments that the seas of Colombia offer. In the depths of the Colombian seas arrive, via the thermohaline circulation, the waters that have formed towards the two poles, e. g., Antarctic and Arctic, intermediate, subtropical bottom waters, which considerably increase the potential biodiversity findings. Paradigmatic examples of Colombia's fortunate situation are the findings of the Greenland shark, the giant tentacled squid and a cirrus dumbo octopus, among others, all originally discovered in high latitudes and also found under the tropical strata of Colombian waters (Guerrero-Kommritz et al. 2018 a; Guerrero-Kommritz et al. 2018b; Acero P et al. 2018). That is, many species from other latitudes should also be found in Colombia. From Colombia, it would be perfectly possible to study the pelagic microbial diversity that exists in the ocean strata that formed in Antarctica or the Arctic, without the need to leave Colombia's exclusive economic area. Curiously and paradoxically, Colombia invests more in expeditions to Antarctica than to its exclusive economic zone, a paradox worthy of Macondo.

5.3 Conservation of marine biodiversity

Despite the lethargy that is evident in completing biodiversity inventories of marine species in Colombia, their conservation seems to have already taken that "quantum leap" – at least on paper – that puts the nation at the forefront of their conservation. As seen in Figure 2, Colombia has many coastal protected areas that include all tropical marine ecosystems in both the Caribbean and the Pacific.

Colombia has decreed 28 marine protected areas. For marine protected areas, seven belong to the Pacific coast and seven to the Caribbean coast, and for coastal protected areas, five correspond to the Pacific coast and nine to the Caribbean coast. According to the categories of protection, these areas are distributed into Regional Integrated Management Districts, National Natural Parks, National Integrated Management Districts, Regional Natural Parks, Natural Reserves, Fauna Sanctuaries, Fauna and Flora Sanctuaries, Via Parque and Natural Reserve of the Civil Society and are part of the SINAP (National System of Protected Areas) and a subsystem in development of marine areas.

According to RUNAP information, Colombia has 1,652 protected areas as of September 2023. Munévar and Ramírez (2021) stated that Colombia had 1,408 areas, representing an increase of 244 areas in less than two years. In terms of surface area, this is an increase of more than 18 million hectares (RUNAP 2023). On the other hand, by 2022, six new marine protected areas were declared, corresponding to more than 17 million hectares, which according to Minambiente's communiqué (2022) implies that currently more than 37% of the marine territory is declared as protected area, while the most recent coastal protected areas were linked in 2017. However, many of these new areas do not have a baseline, nor inventories of their marine biodiversity, complete.

5.4 Marine biodiversity's opportunities are also its challenges

Marine biodiversity and scientific tourism

Colombia remains a great unknown in many global biodiversity studies, and marine species are no exception. A little explored and neglected region will always be an interesting place for visitors of all kinds. Scientific tourism can be divided into two branches: the first is where tourists are scientists themselves, and the second is where tourists are guided by scientists. It is said that the first tourists to a remote, often inaccessible region are scientists and explorers, who hand in hand with local communities and organizations open doors into a new ecotourism industry (Slocum et al. 2015). For many of Colombia's local scientists, this has been the only way to explore less accessible coastal regions.

Scientific tourism, which seeks access to local biodiversity and little-disturbed or visited ecosystems, is ideal at field stations. Researchers not only have the opportunity to spend a season in the field with access to biodiversity, but also have laboratories for sample and data processing, rooms for meetings and conferences, and activities that foster knowledge exchange with local communities. However, Colombia does not have properly established scientific stations on its coasts or islands.

Perhaps the closest thing to a network of scientific stations is the PNN system, which hosts researchers and scientific expeditions. Some have infrastructure and accommodations, such as the Henry von Prael railroad station on Gorgona Island (Giraldo et al. 2014). The island has a long tradition of marine research, which is known as "island science". Research and monitoring have been conducted there for more than three decades. Even in the most remote areas of Colombia's natural park system, such as the Flora and Fauna Sanctuary-SFF Malpelo, scientists conduct visits and studies with the help of PNN and Fundación Malpelo. Some of our best marine research results have been obtained thanks to inter-institutional support. The conditions of conservation and isolation of the biodiversity of Malpelo Island, as well as the influence of the El Niño Southern Oscillation, contributed to obtaining these results (Quintanilla et al. 2018). In Colombia, continuing to provide support to natural parks to strengthen their initiatives to install and improve their scientific stations is an effective measure to promote scientific tourism and take advantage of marine biodiversity.

In Colombia, scientific tourism has greater potential when visitors, even if they are not scientists, have an experience related to science and its research. These expert-led expeditions provide a mutually beneficial experience. Scientists and local conservation efforts benefit greatly from volunteers assisting in ecological restoration of biodiversity, such as wildlife rehabilitation, coral nurseries, and mangrove reforestation, for example. It requires scientists who are willing to participate in scientific tourism or who can benefit from the support of volunteer tourists, often as part of scientific expeditions or exploratory trips. Since its inception, this type of activity has been considered tourism with minimal environmental impacts and can become vast while remaining sustainable (Ilyina and Mieczkowski 1992). It is even recognized that the sighting of charismatic biodiversity species such as sharks helps ongoing conservation processes (González-Mantilla et al.

2021). Tourists and amateur divers are attracted to the idea of helping in the restoration and conservation of threatened ecosystems such as coral reefs (Prideaux and Pabel 2018). Scientific stations in national parks or any type of reserve can increase their scientific tourism offer by attracting new visitors interested in scientific activities or even students from schools and universities who want to have a scientific experience during their vacations. Colombia, a country with great biodiversity, can combine scientific tourism with ecotourism.

The big challenge: Science and open data

The focus on oceans and hydrobiological resources of the M. I. S. 2019 (Franco Herrera et al. 2020) made it clear that, rather than large investments to explore Colombia's marine biodiversity, it requires systemic and strategic changes that can be summarized as a commitment to open science: "The need for greater civil society participation in national oceanography programs, including access to oceanographic vessels; for deep sea exploration; for open science and consequently for the promotion and use of open scientific and technical data; and for the modernization of doctoral fellowships".

In these recommendations can be routed the needs to develop the knowledge of Colombia's marine biodiversity. Although "comparisons are odious", as it is commonly said in Colombia, they are necessary to explain the little participation of civil society, especially academia, and more specifically universities, to complete the knowledge of Colombia's marine biodiversity. In July 2023, the prestigious *Nature* magazine, destined an entire print and online special entitled "The race to understand Colombia's exceptional biodiversity" (Irwin 2023). The article expressly refers to the efforts and advances of the Colombian expeditions (Colombia BIO) in its terrestrial area, reflected in discoveries of useful and food plants, as well as freshwater fish, efforts led by the Humboldt Institute of Colombia, universities and even international cooperation. A map of Colombia is presented where there is no reference to its oceans or marine features. Colombia has also invested in similar expeditions in the oceans, led by the Colombian maritime authority, but clearly there have been no noteworthy results to date.

For marine biodiversity, the situation was on the right track, when efforts were made with inter-institutional efforts. In a single year of expeditions in the insular region of the Seaflower Biosphere Reserve in 2016, world-class results were obtained and published in a special issue of the journal *Frontiers in Marine Science* (Sánchez et al. 2021). In that compendium, 263 new species records were made for the area, including fish, echinoderms and corals, among other studies of oceanography and ecology of the region's ecosystems. The situation would be very different if a parallel effort to the one carried out in the land-based expeditions had been followed.

Strategic leverage

Education. There is no widespread interest in marine biodiversity in Colombia because its knowledge is not promoted. As long as there is no public interest, the oceans and marine biodiversity will continue to be neglected in Colombia. While the large marine exploration platforms in the world,

e. g., Okeanos explorer, Nautilus, Falkor, offer telepresence of their expeditions as an invaluable resource for education at all levels (Sánchez et al. 2020), even high-resolution maps of the seafloor are not public in Colombia. Another consequence of the absence of open science practices in marine exploration within the country is, simultaneously, a symptom that the knowledge of marine biodiversity lacks a channel to reach children and schools in Colombia. Several proposals in this sense are presented in great detail in the results of the focus on oceans and hydrobiological resources of the M. I. S. 2019 (Franco Herrera et al. 2020).

Research. It is urgent to stimulate explorations and taxonomic study of marine biodiversity in Colombia. It is suggested that long-range programs be financed in the neglected groups of marine biodiversity, supported especially by postdoctoral researchers who have the knowledge and capabilities for integrative taxonomy. Likewise, the marine Biodiversity Information System should be strengthened and brought up to the quality of the terrestrial biodiversity system, perhaps by opening it to more centers of excellence. A good starting point could be the new marine protected areas that practically lack a baseline on their biodiversity. Another fortunate measure in favor of developing knowledge was resolution 1402 of 2018 that applies for the general methodology for the elaboration and presentation of environmental studies (MGEPEA) of Colombia's Ministry of Environment and Sustainable Development. There, meiofauna is required for the first time as a requirement for environmental licensing. This could significantly boost knowledge of a huge portion of neglected marine biodiversity and have an impact on accelerating marine faunal records.

Biotechnology. One of the great promises of marine biodiversity is its bioprospecting in the search for new medicines. However, the outlook for the utilization of genetic resources is very inequitable where: "The patents of originated in the genetic resources of 900 marine species, 47% belong to a single company, while the rest of the companies (220) only have 37% and universities 12%, and of the latter more than half come from a single university, in both cases 99% produced in only 10 countries" (Sanchez 2021).

This, coupled with the fact that big pharma is investing close to a billion dollars in the development of a new high-impact drug, suggests that expectations in this area should be modest and, if possible, strategic. Marine biodiversity will continue to be a source of inspiration for many applications in biotechnology, but our recommendation is to focus on directions such as food safety, industry and nutraceuticals.

Food security. The fastest growing agricultural industry in Colombia and worldwide is aquaculture. Local aquaculture producers are unable to meet both national and international demand, especially because Nile tilapia (*Tilapia nilotica*) have adapted to low land or high densities in easily constructed recirculation systems. However, concentrated feed, which can represent up to 70% of operating costs, represents the largest investment in aquaculture. Due to the crisis of fishery resources, particularly from which fishmeal is obtained, as well as other components that come from livestock farming to supply feed protein, these costs are increasing (Merino et al. 2013). Marine biodiversity can contribute to aquaculture feed production through prospecting and production of alternative feeds, such as marine yeasts and microalgae (Zaky et al. 2014).

Challenges in articulating marine biodiversity with other cross-cutting visions

There are many challenges facing the country in marine biodiversity, which must be articulated with the Latin American and Caribbean region and with the planet, but given our strategic geographical location, and taking into account the scientific and technological capabilities that are being gained, three major challenges will be mentioned that must mark the roadmap for the decade for the country to continue strengthening its position as a regional reference:

- (1) Interdisciplinary collaborations with other sectors in a coordinated fashion, such as marine tourism sector, seeking new opportunities based on scientific, biodiversity and sustainable community tourism, or the biotechnology sector, where the knowledge of deep and coastal marine biodiversity could serve as base for a sustainable economy and development.
- (2) Develop spaces such as parks and/or regional science, technology, innovation and entrepreneurship centers in marine-fluvial-coastal zones, which should focus on local marine resources, with inclusive and orderly participation of academia, businesses and community knowledge, with emphasis on completing the inventory of biodiversity and hydrobiological resources.
- (3) Open exploration platforms (e. g. white ships, scientific monitoring stations, scientific diving) and measurement technologies (e. g. buoys, remote sensors, underwater robotics), transmitting in real time, helping to improve data collection and dissemination to build social awareness of marine biodiversity and its immediate problems such as marine pollution and climate change. This is in addition to a data collection strategy based on citizen science and an open data approach.

5.5 Acknowledgments

To the ColombiaCONNECT project for promoting the initiative to communicate the state of sustainability and marine biodiversity in Colombia. To the researchers Laura Ramirez and Cesar Padilla for processing the information. To Néstor Ardila for his valuable comments on the subject.

5.6 References

- Acero P, A., C. J. Polo-Silva, J. León and V. Puentes. 2018. First Report of a Sleeper Shark (*Somniosus* Sp.) in the Southern Colombian Caribbean. *Journal of Applied Ichthyology* 34 (4): 981–983. <https://doi.org/10.1111/jai.13712>.
- Ardila, N. R., J. Reyes, N. Santodomingo and N. Cruz. 2005. Current state of knowledge of marine invertebrates of Colombia, 240–260. In: INACIB, Instituto Humboldt. Bogotá, Colombia.

- Chacón-Gómez, I. C., J. Reyes and N. Santodomingo. 2012. Deep-Water Octocoral (Anthozoa: Cnidaria) Collected from the Colombian Caribbean during "Macrofauna Explorations". *Marine and Coastal Research Bulletin – INVEMAR* 41 (1): 193–211.
- Coyne, C. J., S. Kumar, E. J. B. von Wettberg, E. Marques, J. D. Berger, R. J. Redden, T. H. N. Ellis, et al. 2020. Potential and Limits of Exploitation of Crop Wild Relatives for Pea, Lentil, and Chickpea Improvement. *Legume Science* 2 (2): e36. <https://doi.org/10.1002/leg3.36>.
- Díaz, J. M. and A. Acero P. 2003. Marine biodiversity in Colombia: achievements, status of knowledge and challenges. Marine biodiversity in Colombia: current status of knowledge and future challenges. *Gayana* 67 (2): 261–274.
- Dueñas, L. F., V. Puentes, J. León and S. Herrera. 2021. Fauna associated with cold seeps in the deep Colombian Caribbean. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* 173: 103552.
- Dueñas, L. F., C. Cedeño-Posso, A. Grajales, S. Herrera, E. Rodriguez, J. Sánchez, J. Leon and V. Puentes. 2019. First Visual Occurrence Data for Deep-Sea Cnidarians in the South-Western Colombian Caribbean. *Biodiversity Data Journal* 7: e33091. <https://doi.org/10.3897/BDJ.7.e33091>.
- Franco Herrera, A., J. A. Sánchez Muñoz, W. Guerra Curvelo, S. Speich, J. Cantera Kintz, F. de Paula Gutiérrez Bonilla and E. J. Peña Salamanca. 2020. Colombia, the opportunity of water: two oceans and a sea of rivers and groundwater: Proposals of the focus of Oceans and hydrobiological resources. Vol. 7. Bogotá, Colombia: Editorial UTadeo. ISBN: 978–958–5135–09–3.
- Giraldo, A., M. C. Diazgranados and C. F. Gutiérrez-Landázuri. 2014. Isla Gorgona Island, strategic enclave for conservation efforts in the Eastern Tropical Pacific. *Journal of Tropical Biology* 62 (Suppl. 1): 1–12.
- González-Mantilla, P. G., A. J. Gallagher, C. J. León and G. M. S. Vianna. 2021. Challenges and Conservation Potential of Shark-Diving Tourism in the Macaronesian Archipelagos. *Marine Policy* 131: 104632. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104632>.
- Gonzalez-Zapata, F. L., P. Bongaerts, C. Ramírez-Portilla, B. Adu-Oppong, G. Walljasper, A. Reyes and J. A. Sánchez. 2018a. Holobiont Diversity in a Reef-Building Coral over Its Entire Depth Range in the Mesophotic Zone. *Frontiers in Marine Science* 5. <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00029>.
- Gonzalez-Zapata, F. L., S. Gómez-Osorio and J. A. Sánchez. 2018b. Conspicuous endolithic algal associations in a mesophotic reef-building coral. *Coral Reefs* 37 (3): 705–709.
- Gori, B., T. Ulian, H. Y. Bernal and M. Diazgranados. 2022 a. Understanding the diversity and biogeography of Colombian edible plants. *Scientific Reports* 12 (1): 7835.

- Gori, B., T. Ulian, H. Bernal and M. Diazgranados. 2022 b. The hidden food basket of Latin America: an overview of Colombian edible plant diversity and its distribution. In: *Catalogue of Useful Plants of Colombia*, edited by R. Negrão et al., 63–77. London: Royal Botanic Gardens, Kew Publishing.
- Guerrero-Kommritz, J., J. R. Cantera, L. Jorge A and V. Puentes Granada. 2018a. First Observation on *Cirrothauma* Sp. in the Colombian Southern Caribbean. *Biodiversity International Journal* 2 (3): 272–273. <https://doi.org/10.15406/bij.2018.02.00072>.
- Guerrero-Kommritz, J., J. Cantera, V. Puentes and J. Leon. 2018b. First observations of the bigfin squid *Magnapinna* sp. in the Colombian Southern Caribbean. *Biodiversity Data Journal* 6: e24 170. <https://doi.org/10.3897/BDJ.6.e24170>.
- Ilyina, L. and Z. Mieczkowski. 1992. Developing scientific tourism in Russia. *Tourism management* 13 (3): 327–331.
- International Mission of the Wise. 2020. Colombia towards a knowledge society: Reflections and proposals. Vol. I. Bogotá, Colombia: Vicepresidencia de República de Colombia.
- Irwin, A. 2023. Expeditions in Post-War Colombia Have Found Hundreds of New Species. But Rich Ecosystems Are Now under Threat. *Nature* 619 (7970): 450–453. <https://www.nature.com/immersive/d41586-023-02300-6/index.html>.
- Mejía-Quintero, K. and L. Chasqui. 2020. Octocorals and Antipatharians in the Mesophotic Rocky Reefs of Colombian Pacific (Eastern Tropical Pacific). *Frontiers in Marine Science* 7. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2020.00311>.
- Merino, M. C., S. P. Bonilla and F. Bages. 2013. Diagnosis of the state of aquaculture in Colombia. National Plan for the Development of Sustainable Aquaculture in Colombia AUNAP-FAO. Bogotá, Colombia: Ministry of Agriculture and Rural Development.
- Ministry of Environment. 2023. Colombia declares 34% of its territory as protected areas. Retrieved from: <https://www.minambiente.gov.co/historico-colombia-declara-como-area-protegida-el-34-of-its-territory/> (Last access: 22/09/2023).
- Munévar, C. and M. Ramírez. 2021. The National System of Protected Areas in Colombia. Conceptual developments from socio-legal and environmental doctrine. *Jurídicas* 18 (2): 261–280. <https://doi.org/10.17151/jurid.2021.18.2.15>.
- Navas, G. R., C. Segura-Quintero, M. Garrido-Linares, M. Benavides-Serrato and D. Alonso (Eds.). 2010. Biodiversity of the Colombian Caribbean continental margin. INVEMAR Special Publications 20.

Prideaux, B. and A. Pabel. 2018. Coral reefs: Tourism, conservation and management. London: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315537320>.

Quintanilla, E., C. Ramírez-Portilla, B. Adu-Oppong, G. Walljasper, S. P. Glaeser, T. Wilke, A. Reyes Muñoz and J. A. Sánchez. 2018. Local Confinement of Disease-Related Microbiome Facilitates Recovery of Gorgonian Sea Fans from Necrotic-Patch Disease. *Scientific Reports* 8 (1): 14636. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-33007-8>.

Red List of the threatened species. <https://www.iucnredlist.org/search/list>.

Registro Único de Áreas Protegidas (Single Registry of Protected Areas / RUNAP). 2023. RUNAP in figures. Retrieved from: [/https://runap.parquesnacionales.gov.co/cifras](https://runap.parquesnacionales.gov.co/cifras) (Last access: 22/09/2023).

Roberts, C. M., C. J. McClean, J. E. N. Veron, J. P. Hawkins, G. R. Allen, D. E. McAllister, C. G. Mittermeier, et al. 2002. Marine biodiversity hotspots and conservation priorities for tropical reefs. *Science* 295 (5558): 1280–1284.

Sánchez, J. A. 2021. Why do we depend on biodiversity? The opportunity we cannot miss. Intermedio Editores/Ediciones Uniandes.

Sánchez, J. A., S. Bejarano and S. Herrera. 2021. Editorial: SeaFlower Biosphere Reserve: New Findings and Trends in the Largest Caribbean Marine Protected Area. *Frontiers in Marine Science* 8. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2021.772150>.

Sánchez, J. A., F. L. González-Zapata, L. F. Dueñas, J. Andrade, A. L. Pico-Vargas, D. C. Vergara, A. Sarmiento and N. Bolaños. 2019. Corals in the Mesophotic Zone (40–115 m) at the Barrier Reef Complex from San Andrés Island (Southwestern Caribbean). *Frontiers in Marine Science* 6. <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00536>.

Sánchez, J. A., L. Neira-Ramírez, A. Rodríguez-Bermúdez and A. Quattrini. 2020. Role-Playing to Foster "Deep-Sea Exploration" through Active and Virtual Learning: A Class-Design for Colombian Higher Education. *Current: The Journal of Marine Education* 34 (3): 9–17. <https://doi.org/10.5334/cjme.55>.

Slocum, S. L., C. Kline and A. Holden (Eds.). 2015. Scientific Tourism: Researchers as Travelers. Oxon, UK: Routledge.

World Register of Marine Species. www.marinespecies.org.

Zaky, A. S., G. A. Tucker, Z. Yehia Daw and C. Du. 2014. Marine Yeast Isolation and Industrial Application. *FEMS Yeast Research* 14 (6): 813–825. <https://doi.org/10.1111/1567-1364.12158>.

6 Medicinal plants and territorial peace

Vanesa Giraldo Gartner

Instituto Colombo-Alemán para la Paz (CAPAZ), Bogotá, Colombia*

With editorial contributions from Claudia Wilke

6.1 Introduction

The concept of territorial peace is theoretically and politically linked to the reconceptualization of rural spaces as territories that are socially and cooperatively constructed (Martínez Godoy 2019) and emerges in different Latin American contexts in processes of making rural sectors visible in the formulation of public policy (Vega Pipicano et al. 2019). In Colombia, this concept is adopted during the negotiations (2012–2016) between the Colombian government and the Revolutionary Armed Forces of Colombia (FARC-EP) and has a central place in the peace agreement signed in 2016 that sought the termination of more than five decades of armed conflict. Initially, the idea of territorial peace was used to signal that the peace dialogues would complement a rights and social justice approach with a territorial focus. This resulted from the fact that, given the vast diversity of realities displaying the effects of the war in the different territories, the negotiators recognized the need to mobilize and articulate efforts that would respond to these particularities (Jaramillo 2014). During the implementation of the peace agreement, it has been evident that territorial peace goes beyond localized and targeted actions and requires resizing the territory from its social, economic, political, cultural and ecological configurations from bets for social and community participation (Bautista 2017). In this sense, different authors have pointed out the challenges of territorial peace in each of the sectors that take place in the improvement of the living conditions of the rural populations (García Giraldo 2020; Hurtado de Mendoza and Vargas 2017) as well as the political, economic, and ecological challenges for the diverse populations and territories that inspired the agreement (Ballesteros Garzón 2021; Correa Delgado 2020; Daniels Puello 2015). However, the discussion on the socio-ecological configurations of the territory not only as the scenario of political conflicts but

* *Recommended citation:*

Giraldo Gartner, V. 2024. Medicinal plants and territorial peace. In: Equitable and sustainable use of bioresources in Colombia: From concept to practice, edited by K.-Z. Lee, A. M. Aguirre Cañas, D. Morales and C. Bernal-Mattos, pp. 201–212. Stuttgart: Fraunhofer Verlag. <https://doi.org/10.24406/publica-3317>.

also as the living space that constitutes the history and identity of the communities is still a pending task in the reflections on peacebuilding.

This chapter describes the experience of a participatory action research on the use of medicinal plants in territorial peace-building initiatives developed by the CAPAZ Institute within the framework of ColombiaCONNECT. This work was articulated with three indigenous and peasant organizations made up of survivors of the armed conflict in Caquetá. Despite being organizations with different backgrounds and missions, all three work to heal the wounds that violence has left in their communities and their territory, defend human rights and the rights of nature, and dignify the living conditions of their members. In the diversity of their community work, the three organizations have found in the knowledge about medicinal plants a valuable opportunity to learn about the biodiversity of the territory, to meet from the solidarity of care and to build paths towards reconciliation. In this line, previous studies have shown that medicinal plants play an important role in community peace-building efforts because they allow understanding the relationships of care between human beings and the environment and are articulators of indigenous and peasant worlds (Giraldo Gartner and Abadía Barrero 2021). Thus, this study investigated the knowledge and practices around medicinal plants that inspire these three organizational processes to move towards overcoming violence.

6.2 Methodology

Participatory action research is a systematic and critical investigation in which researchers, community agents and other interested actors actively participate in the formulation and development of research for the generation of actions that contribute to the processes of change carried out by organizations (Ander-Egg 2003). In this sense, it seeks to promote people's participation in the production of knowledge, to create conditions for the strengthening of grassroots organizations and to place academic work at the service of the collective construction of a more democratic and participatory society. It is hoped that this research will have an emancipatory, transformative and knowledge dialogue character (Balcazar 2003).

This research investigated the knowledge and practices around medicinal plants used by the communities of the Amazonian Piedmont in territorial peace-building initiatives. To this end, a methodological design was followed based on the agreement of research objectives with the communities, the use of participatory qualitative methods and the collaborative analysis of the results with the purpose of strengthening three community processes described below.

Casa Común: Collective artwork on reconciliation with the land

In this process we worked with two victims' organizations: Sobrevivientes Tejiendo Memoria and Víctimas y Desplazamiento Forzado. Sobrevivientes Tejiendo Memoria is an organization of women victims of sexual violence and forced disappearance led by María Argensola Quintero Bañol who came together to demand truth, justice and reparations. In 2021, they presented with other victims'

organizations a report on sexual violence in Caquetá in the context of the armed conflict entitled "From the voices of silence to rebirth". This report joined the voices of victims of sexual violence throughout the country that made possible the opening of macro-case 011 in the Special Jurisdiction for Peace on gender-based violence, sexual violence and reproductive violence. Víctimas y Desplazamiento Forzado is an association led by Saúl Rivera and made up of families who in 2002 were violently dispossessed of their land in the municipality of La Montañita by the former FARC-EP guerrillas. In 2012 they decided to join together to participate in exercises of memory, truth and justice, demand the restitution of their lands and create sustainable local enterprises from Amazonian fruits. In 2017, after the signing of the peace agreement, Saúl Rivera negotiated a plot of land in La Montañita to share with 136 of the families, with the intention of reforesting and moving forward with sustainable initiatives to grow, process and market Amazonian products. However, a new armed group threatened to kill him and they had to abandon the land again.

In addition to sharing a long history of resistance and work to build peace in the midst of war, these organizations have in common the use of medicinal plants as agents of individual and collective healing to overcome the pain caused by war. Their members recognize that the war has left deep wounds in the body, the soul and in the relationship with their territories. This process was developed in three stages with the support and advice of artist Paola Gamboa and researchers César Abadía-Barrero and Camilo Ruiz Sánchez.

- 1) Consultation. In a first meeting with the members of the organizations and their leaders, a discussion was held on the importance of medicinal plants in the processes of memory and healing of the body, soul and territory. There it was proposed to schedule three preparatory meetings and a final meeting of three days in which we would advance in the creation of a collective work of art built from embroidered pieces.
- 2) Preparatory meetings. In these meetings, round tables on collective and individual memory were developed around experiences in the armed conflict, peace building and the environment. Also, in these meetings each participant advanced in their contribution to the collective artwork.
- 3) Space for creative creation. In a three-day meeting of all the members of the organizations, each participant finalized their contribution to the work of art, adding up to a total of 112 embroidered pieces with figures of medicinal plants, rivers, mountains, Amazonian fauna and flora, and symbols of peace. These pieces were assembled into a house-shaped structure called Casa Común (Common House) to signify that Caquetá, not as a political division but as a biodiverse territory, is the home of all. At the end of this meeting, four focus groups were held to discuss the meaning of each of the pieces.

As a result of this work, the artwork Casa Común was developed, which during the first year after its creation has been in five exhibitions, two in Colombia, two in the United States and one in Canada, and a catalogue on the meaning of each of the pieces.

Sowing peace to heal the heart: Reconciliation testimonies of women survivors of war

The second community process linked to this research was developed with the Association of Women Producers of Essences of Peace (ASMUPROPAZ), an initiative led by rural women. This association support the process of reincorporation into civilian life and women victims of the armed conflict. This association was established in 2020 with the aim of planting aromatic and medicinal plants and transforming them into products that contribute to strengthening the rural economy and the livelihood of their families. During these years, the members of this association have developed agroecological strategies for the cultivation and processing of plants, conservation of native species, rescue of indigenous and peasant ancestral knowledge and construction of social fabric for peace. ASMUPROPAZ works to protect the environment in Caquetá by strengthening women's knowledge of medicinal plants. Additionally, they have become agents for the reconstitution of the social fabric between ex-combatants and communities that are victims of the armed conflict and for the reconstitution of the socio-ecological fabric between communities affected by the armed conflict and the territory they inhabit.

Since its constitution, the families that make up ASMUPROPAZ have sought to create spaces for the exchange of traditional and ancestral knowledge about medicinal plants and were interested in developing a material that would allow the rescue and strengthening of this knowledge. Based on this interest, a work proposal was created with the CAPAZ Institute and ColombiaCONNECT with the common objective of developing didactic materials that would rescue traditional knowledge and make the organization visible through the stories of the women and men who have participated in this process. The work with the members of ASMUPROPAZ was developed in three stages with the support of researchers and community leaders Mary Luz Dussán Márquez, María Argensola Quintero Bañol and Edna Cortés Guzmán:

- 1) Initial space for consultation. A meeting was held between the principal investigator and the directors of the association in which a work plan was collectively constructed that involved information gathering, categorization, information analysis, writing, illustration and writing of a book on medicinal plants and reconciliation.
- 2) Focus groups. Two focus groups were developed around three axes: most commonly used medicinal plants, medicinal plant recipes and the importance of medicinal plants in environmental peacebuilding initiatives (focus groups are a methodology for qualitative data collection through group discussions guided by a guide of semi-structured questions that allow the collection of experiences, knowledge and reflections of the participants. They make it possible to account for the diverse perceptions around a topic and to identify rationales that transcend individuals and are situated in the order of collective representations).
- 3) Interviews. In agreement with the directors, the members of ASMUPROPAZ were invited to participate in in-depth interviews. Fourteen interviews were conducted and focused on the collection of stories of resilience and resistance in the midst of the conflict and the experience of encounter between women ex-combatants and women victims around medicinal plants (the interview is a qualitative research technique that seeks to gather information through dialogue

about experiences, beliefs, attitudes and opinions; it is also a tool that makes it possible to recover the oral tradition of the communities).

As a result of this component, a book entitled "Sowing Peace to Heal the Heart" and a didactic poster on medicinal plants were published and became part of the organization's inventory to support the generation of income for farming families.

Ñatapai Jiyona: Strengthening of ancestral knowledge for living well and in peace

The third process was developed with indigenous savants and their families who live on the outskirts of the city of Florencia around the El Manantial nature reserve. Since the 1990s, this area has been occupied by indigenous and peasant families who bought the land from a cattle ranch and since then have developed multiple initiatives for soil recovery, creation of vegetable gardens and reforestation. The three indigenous elders of this reserve, Emilio Fiagama of the Uitoto people, Raúl Perdomo of the Uitoto people and Pedro Valencia of the Korebajú people, together with other elders from their communities and non-indigenous people, have led a dialogue on the care of the land, water, plants and animals. Each elder guides a spiritual space: a maloka, an ancestral long house of healing and thought, respectively, where ancestral knowledge and the word of life are strengthened, decisions about community issues are made and also functions as a pedagogical space for future generations, including students of the University of the Amazon and visitors who come to share and learn. A fundamental axis of these spaces is the strengthening of ancestral medicine and its relationship with the biodiversity of the territory. Two of these wise men participate in the organization Ñatapai Jiyona (healthy living) that seeks to strengthen, promote, safeguard, research and develop this knowledge about health, life and healing of the Amazon for the benefit of the physical and spiritual health of their communities and humanity.

The work with the wise people of the El Manantial Reserve was divided into two phases: strengthening of ancestral medicine gardens and strengthening of knowledge about medicinal plants.

- 1) The strengthening of ancestral medicine gardens had the advice and support of the agroecology professional Stefany Ramos Quintana of the Uitoto people and was divided into six phases:
 - 1.1) Exploration. In this phase, the objectives of the work to be carried out were agreed upon with the three elders and the objectives were discussed: what is a vegetable garden, why is it important, and what is the name given to it in each language (Uitoto and Korebaju)?
 - 1.2) Diagnosis. With each of the elders, a tour of the orchard was made to determine the design, the materials required, the plants available and those that needed to be obtained.
 - 1.3) Construction, adaptation and improvement of orchards.
 - 1.4) Soil preparation and adequacy with organic fertilizers.
 - 1.5) Seed germination.
 - 1.6) Phytosanitary management and planting methods.

These activities were developed mostly as mingas, which are traditional forms of work of indigenous peoples in which family and friends gather to work together to develop a task.

- 2) The second moment of strengthening knowledge about medicinal plants was supported by researchers César Abadía-Barrero and Camilo Ruiz Sánchez from the University of Connecticut and two indigenous researchers Shellany Valencia López and Alexis León Rodríguez from the Korebajú people. Two methodological strategies were followed at this time:
 - 2.1) Knowledge exchange. The exchange or dialogue of knowledge consists of communication spaces between people and groups that generally have different ethnic or cultural origins. These spaces create the appropriate environment for a horizontal conversation of knowledge, perceptions and experiences regarding a topic of collective interest. This leads to proposals that are collaboratively generated to improve the wellbeing of communities and people based on the diversity of contributions and respect for their own knowledge. In this case, members of the Uitoto, Muinane and Korebajú peoples and non-indigenous people met for three days to visit each of the spiritual spaces of El Manantial (the maloka, the house of healing and the house of thought) and exchange knowledge about medicinal plants.
 - 2.2) Word Circles. At the end of the exchange of knowledge, periodic meetings were agreed upon to collectively and collaboratively build a booklet of medicinal plants that would serve as pedagogical material for the new generations and for those interested in the subject. These meetings were held every fifteen days for three months as word circles, which are listening spaces guided by the indigenous authorities in which the participants are arranged in a circle.

As a result of this component, a book chapter was published entitled: "Intercultural Communalism: Intercultural and intergenerational work around medicinal plants in a village in southern Colombia," which included all the participants in this process as authors and a booklet with forty-four medicinal plants, their meanings, uses and names in Uitoto, Korebajú and Muinane.

6.3 Results

Peace as care for life

Colombia has lived through more than six decades of armed conflict that has multiple and complex causes including social inequality, political exclusion, inequity in land distribution and drug trafficking. This war has left an estimated 700,000 homicides between 1964 and 2019, 121,768 people disappeared and more than eight million victims of forced displacement between 1985 and 2021 at the hands of paramilitary groups, guerrillas and State agents (CEV 2022). In Caquetá, out of an estimated population of 425,053 inhabitants by 2023, 372,812 people have suffered at least one victimizing event due to the armed conflict.

But the war has not only resulted in human losses; the dispute over natural resources between the groups involved in the war has had harmful consequences for the environment. In the case of the Amazonian Piedmont, extensive cattle ranching, mining, oil exploitation and illicit crops have been at the center of the armed conflict, leading to forest loss, contamination of water sources and soil degradation (CEV 2019; Rodríguez Garavito et al. 2017).

The peace agreement signed between the Colombian government and the FARC-EP in 2016 opened a national dialogue on the roots of the conflict and gave a voice to the victims from different regions of the country. Indigenous, Afro and peasant communities participated in the different scenarios of discussion of the agreement and have continued working on its implementation. All of the involved communities have emphasized that a peacebuilding horizon must not only guarantee justice, truth, reparation and non-repetition for the victims, but must also move towards a commitment to care for life in its broadest sense.

These reflections emerged strongly in the construction of the collective artwork Casa Común. Through one hundred and twelve embroideries, those who participated in Casa Común exposed the need to heal the wounds that the war has left in their families, in their own lives and in the territory. Saul Rivera, leader of the Association of Victims and Armed Conflict makes this point through a colorful embroidery of toucans, tapirs and canangucha, a native palm from the Colombian Amazon. He explains that his embroidery is a call to take care of the Amazon Forest that since the colonization of the Amazon in the time of his grandparents and later cattle ranching and illicit use crops has been seriously deteriorated. In his words:

"My story is about the environment, the flora and fauna because it is what has been most deteriorated in our Colombian territory and in the Amazon. Before, in the time of our grandparents, the jungle began to be deforested for the cultivation of rice and corn, then came cattle ranching and coca. Because of this, there is no forest, there are no natural reserves, there is no water. My idea is that we have to recover the forest, not only for us, but for our children, families, friends who have fallen into the criminal hands of the armed groups".

Other participants also expressed the importance of healing themselves and their relationship with the territory through medicinal plants:

"I am a victim of the armed conflict. I have embroidered a basil, which is an aromatic and medicinal plant. We use it for any pain, and it is a very important plant for our home. For me, it represents the healing of many wounds I have had in the past" (Yenny Tatiana Grisales).

"On this canvas I made [on one side] a basket with medicinal plants and on the other side a heart. I did it with a lot of love knowing that we have to be aware of things and that life goes on despite everything that happens. We have to heal the sadness" (Maria de los Angeles).

Each of the community processes connected to this research pays homage to the millions of families who have had to abandon their lands under threat from armed groups, as well as to the rivers, forests, animals and medicinal plants of the territory wounded by the war.

Medicinal plants as agents of reconciliation

Following the peace agreement signed between the Colombian government and the FARC in 2016, 8,185 combatants were concentrated in twenty-six zones throughout the country for the purpose of laying down their weapons and beginning reincorporation into civilian life. These zones were called Territorial Spaces for Training and Reincorporation (ETCR) and later became populated centers. One of them is the Héctor Ramírez settlement, better known as Agua Bonita II, located in the municipality of La Montañita, Caquetá. In these spaces, the ex-combatants, now unarmed, met with the civilian communities that inhabited the region to contribute to the processes of truth and justice that would allow them to overcome the wounds of war and create a peaceful community for future generations. As part of this collective effort, the communities have worked on agriculture, roads, education, health and art projects.

ASMUPROPAZ is one of these initiatives in which women, either ex-combatants or victims from the surrounding villages came together to overcome the pain that remains after the armed conflict and to create an organization that would work for the reconstruction of the social fabric and the conservation of the environment. The women who were part of this initiative identified that, despite the differences among them, they all had in common an interest in medicinal plants. These plants represent the knowledge about the biodiversity of their territory, the teachings of their grandmothers and grandfathers and the resource with which they have cared for and healed their families. Meeting to share knowledge about medicinal plants was symbolically reconnecting with the roots that unite the survivors of the war to the same territory. In the words of the two leaders of this organization:

"All these recipes, all this knowledge, is what unites us now to work together in this process of reconstructing the social fabric that was fractured by the war. We learn from each other because this connects us with our families, with our grandmothers. The plants have given us the possibility to meet from the point of view of forgiveness, from the generation of bonds and towards the construction of a future in which the next generations will not have to live through what we have had to live through. We want to build from ancestry, from nature, from ecology. Because reconciliation is more than human reconciliation, it is reconciliation with nature and for nature" (Betsy Ruiz, President of ASMUPROPAZ).

"ASMUPROPAZ has allowed us to weave ties among the women and meet with the ex-combatants, no longer as guerrillas but as women [...]. So, the association and the issue of growing plants have helped me a lot to finish healing the pain" (Bibiana Rivera, board of directors of ASMUPROPAZ).

Through the stories of the members of this association, this research showed that even in the most intense moments of the armed conflict, combatants and civilians shared recipes and treatments for

healing through plants. The peasant and indigenous communities helped countless times those who were wounded in combat or fell ill during the bitter living conditions. Likewise, combatants who had knowledge of traditional medicine served as healers to members of the communities who called for help.

To explain one of Casa Común's embroideries, Mary Luz Dussán points out:

"Medicinal plants have been there all the time, during times of conflict and in times of peace. I believe that medicinal plants welcome peace. I want medicinal plants and peace to accompany us in these territories of the Amazon".

Thus, in the post-agreement period, communities affected by the armed conflict find in medicinal plants an opportunity to find themselves through care, solidarity and reconciliation.

Medicinal plants as articulators of indigenous and peasant worlds

It is not only the armed conflict of recent decades that has left deep wounds. The Amazonian peoples have also experienced several waves of colonization and violence that have forced them to displace, disperse their communities, fragment their relationship with their territories and live in extremely precarious situations. Since the end of the 19th century, Amazonian natural resources began to attract traders from other parts of the country and the world. Quina extraction was followed by rubber extraction, which became one of the most prized resources in the rapidly growing U.S. automobile industry in the late 19th and early 20th centuries. The *Compañía Amazónica Peruana*, a rubber company also known as *Casa Arana*, installed a regime of terror based on the enslavement and torture of indigenous communities (Pineda Camacho 2000). It is estimated that at least 30,000 people were subjected to the brutality of such a slave economy and entire families and ethnic groups disappeared (National Historical Memory Center 2014).

Since the mid-twentieth century, the Colombian state has promoted the colonization of the Amazon in order to expand the agricultural and mining-energy frontier and the rise of extractivist economies. In the 1960s, colonization processes towards the Amazonian Piedmont not only occurred spontaneously but were also promoted by the State through programs to allocate vacant land to peasant families with the aim of mitigating socio-political violence in the interior of the country and expanding national sovereignty (Martínez 2015). These programs encouraged occupation patterns in this region, which are still in force, involving forest clearing, investment in non-Amazonian agricultural production systems and land title management. This pattern of occupation has since transformed the forest cover of large extensions of the Amazonian Piedmont into agricultural and livestock land (Castellanos 2012). To the detriment of indigenous peoples' territories and their ecosystems. Subsequently, the absence of health care networks, schools, road infrastructure and marketing opportunities for agricultural products opened the way for the emergence of illicit crops, drug trafficking and territorial control by illegal armed groups (Valencia 1998). To take up the words of Saúl Rivera, "Before, in the time of our grandparents, the jungle began to be deforested for the cultivation of rice and corn, then came cattle ranching and coca".

6 Medicinal plants and territorial peace

It should be noted that drug trafficking has not only brought physical violence against indigenous peoples, but also spiritual violence. Coca is a sacred plant for the Amazonian peoples and its use for drug trafficking as well as the stigmatization of this plant by the national government and the international community is perceived as a great affront. A member of the Uitoto people explains it as follows:

"We have put up with being enslaved, we have put up with being displaced, we have put up with being mistreated, but we cannot accept that they disrespect our sacred plant, because then we truly disappear".

Both the armed conflict and the colonization of Amazonian territories have left tensions between indigenous peoples and peasants. However, in recent years, the recognition that both are victims of decades of armed conflict and the serious environmental crisis in the Amazon has united them in common initiatives to heal the wounds of war and defend the territory they inhabit. In these initiatives, knowledge about medicinal plants has played a central role because it connects the care of the human body with the broader care of life in the Amazon. Major Raúl Perdómo of the Uitoto people points out that all people, regardless of historical wounds, are welcome to learn about medicinal plants, including the coca leaf, which is a sacred plant for Amazonian peoples. In his words "Here there is no discrimination of blacks, whites, Uitotos, Korebajús, Ingas, no. This is for the good and care of the people. This is for the good and care of humanity". The exchange of knowledge about medicinal plants invites those who live in a territory to learn about its biodiversity, allows them to value intercultural knowledge and brings them together in solidarity around care.

6.4 Conclusions

The environmental consequences of the war and of a development model that understands nature as resources to be exploited have resulted in dramatic uprooting and fractures in the way communities inhabit, live and produce the territory (Ulloa 2016). These fractures force us to rethink peace from the broad perspective of territorial care. Returning to the words of Betsy Ruíz, "reconciliation is more than human reconciliation, it is reconciliation with nature and for nature". This has been one of the premises of the territorial peacebuilding of peasant communities, indigenous peoples and former FARC-EP members who reincorporated into civilian life in Caquetá. These populations have recognized the need to rebuild not only the social fabric destroyed by the war but also the bonds of care with the territory.

Through the strengthening of three community processes, this research showed that the exchange of knowledge and practices on medicinal plants facilitates territorial peace-building initiatives among survivors of the armed conflict. These exchanges promote the healing of the physical, emotional and community wounds of the war, facilitate the reconstruction of the social and socio-ecological fabric, encourage learning about biodiversity and environmental care, allow valuing the knowledge of the different communities that inhabit a territory and redefine peace-building efforts as the comprehensive care of life.

6.5 References

- Ander-Egg, E. 2003. Repensando la investigación-Acción participativa. Grupo editorial Lumen Humanitas. Mexico: El Ateneo.
- Balcazar, F. E. 2003. Participatory Action Research (PAR): Conceptual and Implementation Difficulties. *Fundamentals Humanities* 7–8: 59–77.
- Ballesteros Garzón, C. 2021. Peace with women. Retos de La Paz Territorial. Colombia Humanas.
- Bautista, S. C. 2017. Contributions to the conceptual foundation of territorial peace. *Revista Ciudad Paz-Ando* 10 (1): 100–110. <https://www.eumed.net/ce/2013/globalizacion.html>.
- Castellanos, M. 2012. Directed colonization in the Caquetá piedmont: The "endeude" and the transformation of the natural landscape. *Academia de Historia Del Caquetá* 1 (1): 42–50.
- CEV. 2019. Nature: a silent victim of the armed conflict. Retrieved from: <https://web.comisiondelaverdad.co/actualidad/noticias/la-naturaleza-una-victima-silenciada-del-conflicto-armado>.
- CEV. 2022. Findings and recommendations. In: Final report. Retrieved from: <https://www.comisiondelaverdad.co/hallazgos-y-recomendaciones/recomendaciones-if>.
- Correa Delgado, J. S. 2020. Peasant women and territorial peacebuilding in Colombia: the case of the peasant association of the Cimitarra river valley (ACVC). *Eleuthera* 22 (1): 172–191. <https://doi.org/10.17151/eleu.2020.22.1.10>.
- Daniels Puello, A. 2015. La paz territorial en los Montes de María: Retos y desafíos para su construcción. *Palabra Que Obra* 15 (15): 152–171. <https://doi.org/10.32997/2346-2884-vol.15-num.15-2015-841>.
- García Giraldo, J. P. 2020. Implementation of Development Programs with a Territorial Approach and territorial peacebuilding in Colombia: advances and challenges. *Revista de La Facultad de Derecho y Ciencias Políticas* 50 (133): 454–481. <https://doi.org/10.18566/rfdcp.v50n133.a10>.
- Giraldo Gartner, V. and C. Abadía Barrero. 2021. Medicinal plants: Healing the relationships between human and non-human in postaccord times. In: Human Rights in Colombian Literature and Cultural Production, edited by C. Gardezabal Bravo, K. G. Guerrieri, 139–154. New York: Routledge. ISBN: 9781003154167.
- Jaramillo, S. 2014. La Paz Territorial. The Transition in Colombia and the Process to Build a Territorial Peace. Edition of the conference given at Harvard University, 1–8. Retrieved from: <https://bit.ly/2TENZFV>.

- Martínez Godoy, D. 2019. Is deterritorialization a notion to explain the contemporary rural world? A reading from the Ecuadorian highlands. *Economía Sociedad y Territorio* 20 (62): 845–870. <https://doi.org/10.22136/est20201491>.
- Martínez, S. P. 2015. Beyond governmentality: colonization policies and rural development in the Caqueteño piedmont (1960–1980). *Universitas Humanística* (82): 135–162.
- National Center of Historical Memory. 2014. Putumayo: la vorágine de las caucherías: memoria y testimonio. 2 parte. Bogotá: CNMH. ISBN: 978–958–58524–1-9.
- Pineda Camacho, R. 2000. Holocaust in the Amazon: a social history of the Arana House. Planeta Colombiana Editorial. ISBN: 9789586149167.
- Rodríguez-Garavito, C., D. Rodríguez Franco and H. Durán. 2017. Environmental peace: challenges and proposals for the post-agreement. In: Documentos Dejusticia 30. Center for the Study of Law, Justice and Society, Dejusticia. https://www.dejusticia.org/wp-content/uploads/2017/04/fi_name_recurso_924.pdf.
- Ulloa, A. and S. Coronado. 2016. Territories, State, social actors, rights and socio-environmental conflicts in extractivist contexts: contributions for the post-agreement. In: Extractivisms and post-conflict in Colombia: challenges for territorial peace, edited by A. Ulloa y S. Coronado, 23–58. Bogotá, D. C., Colombia: Universidad Nacional de Colombia-CINEP.
- Valencia, A. 1998. Caquetá: Violence and Social Conflict. In: Conflictos Regionales. Amazonía y Orinoquía, edited by J. J. González, 131–154. Bogotá: Fundación Friedrich Ebert de Colombia. ISBN: 958927286X.
- Vargas, G. A. and R. Hurtado de Mendoza. 2017. The challenges of "territorial peace". In: Documento de Política No. 1, 1–49. Bogotá, D. C., Colombia: Universidad de los Andes. <https://cider.uniandes.edu.co/sites/default/files/publicaciones/documentos-de-politica/2017-Documento-politica-retos-paz-territorial.pdf>.
- Vega Pipicano, Á. T., J. J. Arizala Castaño and J. Santiago Flórez Jaramillo. 2019. Public policy in territorial peace perspective: challenges and shortcomings. *International Perspectives* 13 (1): 117–135. <https://revistas.javerianacali.edu.co/index.php/perspectivasinternacionales/article/view/885>.

7 TREEOMA: Reforestation in the Colombian Coffee Region

Santiago Meneses Ramírez

TREEOMA, New York, NY, United States*

With editorial contributions from Claudia Wilke

Being an "early adapter" of sustainability in Colombia, the second most biodiverse country in the world, seems easy in the 21st century. Nothing could be further from the truth. Treeoma's case is one that is being built in real time. We are part of that generation that believes that the best way to impact the world is by creating new scenarios where entrepreneurship and innovation lead social transformations. However, we understand that it is a process that takes time and requires experience that is gained by overcoming challenges and frustrations. This chapter is dedicated narrating the process of almost 3 years, discussing about the current challenges and the near future we face as an emerging company of reforestation and regeneration.

Treeoma (formerly BIOMMA) is a company whose purpose is to link products and services of other companies with the regeneration of native tropical forests in the coffee-growing region of Colombia. We create forests as part of the sustainability strategy of companies of any size. The project is exercised around what we believe to be the first link in the current economic model: The transaction. Our objective is to link every transaction that exists in the economy with the planting of forests.

We understand the opportunity and the pain of entrepreneurs and businessmen to generate tangible, measurable, visible and real strategies that result in an added value proposition for clients, investors and collaborators. We form a company that allows to adapt regeneration and reforestation in an easy way for one of the most important actors of the economic model: The company.

The idea of being able to help various actors of a current consumerist system, which denies the planetary limits, to be part of the change with actions that have a direct impact on the climate crisis

* *Recommended citation:*

Meneses Ramírez, S. 2024. TREEOMA: Reforestation in the Colombian Coffee Region. In: Equitable and sustainable use of bioresources in Colombia: From concept to practice, edited by K.-Z. Lee, A. M. Aguirre Cañas, D. Morales and C. Bernal-Mattos, pp. 213–219. Stuttgart: Fraunhofer Verlag. <https://doi.org/10.24406/publica-3318>.

7 TREEOMA: Reforestation in the Colombian Coffee Region

through consumption is what drives us to continue with our project. We understand that breaking the current paradigm, giving something back to the planet for each product or service purchased is the most sensible, effective and real way to change the status quo in a generation of much more conscious consumers.

There are hundreds of companies in the region that do not have the infrastructure or knowledge to generate sustainability strategies. In fact, 99% of companies in Colombia are micro, small or medium (Data from the National Department of Statistics DANE) and do not have a legal framework that requires them to have a sustainability policy or the resources to do so. However, the market, investors, employees and new generations are pressuring companies to join one of the most important megatrends of this century: Sustainability. And that is exactly where Treeoma comes in, as that strategy provider that links the products and/or services of companies with sustainable development. Planting forests in the region with native tree species, that provide ecosystem services such as: carbon storage, climate regulation, water cycles and quality and biodiversity protection, among others.

Treeoma works under the following scheme: We are the agent that links (in a very Ricardian vision of Economy) *Land, Capital and Labor*. We strive to be the one who provides the work in this helix, having at our disposal a team of experts in reforestation also composed of local farmers, in addition to a certified nursery where we store more than 45 thousand trees of about 33 native species. We are constantly looking for strategic alliances with institutions, people and universities to build and acquire joint technical knowledge and this is how we became part of ColombiaCONNECT.

In Latin America, most of the States are immersed in debt. Day by day we see how environmental initiatives are led by NGOs or foundations with a very limited capacity, so we understand that in the current system and in this helix those who can and should provide capital quickly and efficiently are private companies. The challenge is to explain to them why linking their products or services to a tropical native forest and investing in environmentally responsible strategies is crucial in this economy, possibly generating higher returns and/or being a key factor when it comes to receiving investment.

What is encouraging is, that little by little, companies backed by technical reports proposed by the best consulting firms in the world with the help of universities are demonstrating that having a corporate social strategy (ESG) is crucial if they want to compete in this decade.

With respect to the last propeller, the Earth, we find our first bottleneck. Colombia has a long history of conflict over land. What is the problem? That there are not enough incentives in our model, so that landowners want to join and give hectares of land, that is usually used in livestock or productive crops, to be regenerated and converted into a forest.

In Treeoma's ideal model, we as a private company should be able to generate the necessary incentives so that the landowners of the ideal lands for regeneration decide to belong to our conservation projects, generating income to the landowners for each reforested hectare, thus

becoming a very powerful tool for the substitution of illegal crops or to slow down extensive cattle ranching.

Currently our private regeneration projects are working thanks to the landowners or groups of people who have the possession of a property, who understand the value that a regenerated hectare delivers. We are fortunate to have private allies that share our vision and are in the mission of regenerating high mountain areas in the municipality of La Florida Risaralda, a strategic ecosystem that functions as a generator of water resources for very important tributaries of the Otún River, the water source of the most important city of the coffee axis, Pereira.

We also work hand in hand with the departmental government in conservation areas. These are lands that by law must be destined for the protection of the department's natural resources. Unfortunately, these public lands are not sufficient and often do not have the resources to assign people to constantly monitor the progress of planting, an element that is present when the land is private.

Treeoma's model is simple, everything starts with a first contact to a company. Currently they are the ones that generate the contact due to the high interest in environmental projects, as we have achieved an important reputation during the last years. The next step begins with the negotiation, first with a process of sensitization about the importance of regenerating the forests of the region. Following this, the work of imparting our vision and demonstrating with some figures that this strategy of corporate social responsibility can generate some returns or advantages for the business model of the contracting company.

Finally, we establish the quantities and the form of contract that best suits the client and subsequently we establish a tentative date for the planting event if desired with the company's collaborators and/or clients.

It is important to highlight that Treeoma's mission does not exclude neither company size nor economic sector, we want to be flexible enough for each transaction in the economy to compensate part of its impact.

How did we get here? Once Treeoma's mission is clear, we can begin to describe our history and the whole process of how we started to become one of the leading reforestation companies in one of the regions most affected by deforestation: The Colombian Coffee Axis. A privileged zone for its security and infrastructure located in the central mountain range of the Andes.

A land that has a privileged geography and climate, where we can find from moors at an altitude of over 4,000 meters above sea level, true water factories that make Quindío a territory with a privileged water wealth, passing through high Andean forests of all shades of green, reaching the tropical dry forests, home to Ceibas and Samanes of more than 200 years of life, ecosystems that occur below 1,000 meters above sea level. Adding the mountains of the Colombian Quindío with their extensive coverage of diverse types of forest ecosystems with

7 TREEOMA: Reforestation in the Colombian Coffee Region

a unique mega diversity on the planet the axis has some of the most spectacular landscapes of Colombia. In 2011 UNESCO declared the Coffee Cultural Landscape a World Heritage Site, a territory comprising 47 municipalities in the departments of Caldas, Risaralda, Quindío and Valle del Cauca located between the central and western mountain ranges of the Colombian Andes.

Much is said about the Colombian Amazon, its voracious deforestation and its importance at a global level. But there are also regions, such as the coffee region, with a great ecosystemic and social importance for the whole world and for Colombia that due to the occupation of the territory has suffered even higher rates of deforestation than any other forest in the country.

The idea of Treeoma is consolidated during one of the biggest crises we live through as humanity in this century: The pandemic. However, the action of planting trees was born a little earlier with a renewable energy project of Juan Camilo Echeverri, our CEO and Co-Founder.

Passionate about sustainability and entrepreneurship, he shares the idea: "It is the teachings and influences that our parents and families have on us that can have a profound impact on the decisions, directions and life purposes we have. And it is that the very basic act of planting a tree on your seventh birthday with your dad and grandfather can be the seed and the essence of an idea that seeks to change the world".

Juan's studies and university projects were always focused on the essence of sustainability. His first company SOLARIS, with which he intended to design, market and install photovoltaic solar energy systems. It began with a pilot of that project which worked well, however, at the time of marketing, the market of a city like Armenia severely punished the Solaris project, which could not make the necessary sales to sustain itself and closed its operations soon after. In SOLARIS the concept of Treeoma was born, as a promise of value to customers, for every time a photovoltaic panel is installed, in order to minimize the footprint of that panel, 10 native trees would be planted here in Quindío.

Since the panels could not be sold, the first trees belonging to the pilot were planted in the family's farm, traditionally a coffee plantation. At that time, it was not clear what the process of regeneration and restoration of a forest would encompass, everything started as a sketch here of what would become Treeoma.

When analyzing the door-to-door market, it was discovered that the promise of additional value through which certain compensation was promised was too attractive for clients, especially companies. Companies demanded this type of service because generating these capabilities within them was not an easy task, they did not have the knowledge, the infrastructure or the right personnel to establish the compensation route.

The possibility of generating a foundation-type idea that would allow companies close to Juan to compensate their environmental impact by planting a few trees, was born after the liquidation of SOLARIS and was always linked to the commercialization of products.

By the beginning of March 2020, the idea of compensating through these trees began to resonate with friends who had local businesses. POLIMATA Café, a specialty coffee brand in the region was the first to give the definitive yes to the new project. During further 15 days they managed to close 6 more clients. The news of the quarantine caused by the pandemic, and the uncertainty that followed, derailed these first steps in the commercialization and planting of trees as a method of compensation for businesses.

Three months of confinement and with a reforestation project in mind pushed Juan Camilo, regardless of the circumstances, to go planting, first with friends and then with people who wanted to have contact with the experience of planting.

Gradually, as the quarantine scenario became clearer, the project was taken up again, the clients that at that time were initiatives of close friends who believed from the beginning in what was then known as BIOMMA. In that primary circle of clients was the sustainable fashion venture Santiago Meneses, who is currently partner and COO of Treeoma.

The first partner of the project is María Alejandra Echeverri, Juan's sister. She is a lawyer specialized in business law and oversees all legal relations with clients, business owners and the state. Passionate about sustainability, she is the one who coordinated the development of the structure for Treeoma.

The second person to accompany Juan was Sara Bojanini who accompanied him to one of the planting events and decides to propose to be in charge of one of the most important areas of Treeoma and its clients: Digital content and communications. Sara's work would be crucial to take the next step as an organization and start attracting larger and larger companies, with greater resources and more rigorous compliance standards that would transform what was an initiative between friends and close clients, to a more robust project.

With this new and much more tangible stage of the project and in the search to establish technical knowledge for the planting of native forests in the region, Juan approaches the departmental secretary of agriculture, requesting people to accompany him in this new proposal. It is there where he meets Oscar Acosta, a forestry expert with more than 40 years of experience in all forestry sectors, from productive to regenerative. He is now in charge of the technical support, the maintenance of the nursery and the pedagogical sessions for companies.

Sara quickly becomes CEO of Treeoma during a crucial moment. They achieved by 2022 the first customers with requirements of thousands of trees, the invitation to be part of ColombiaCONNECT,

7 TREEOMA: Reforestation in the Colombian Coffee Region

and the interest of national funds such as HubBog and international funds from the UK and Peru. In addition, they managed to enter the acceleration process of Starta VC, a venture capital fund in New York.

At the beginning of 2023 the company changes its organizational chart with the entry of Santiago Meneses, who is invited to become partner and CEO. He shares the vision and joins efforts to complete the acceleration program in New York and to continue with the process of expanding customers, strengthening processes and building capabilities. During this year it is very important to highlight one of the companies that has believed in the project and allowed us to adapt our model to their services: Lulo Bank became that necessary ally to allow us to climb to the next level, planting more than 22,000 trees and with the clear goal of reaching 50,000.

This is beginning to be the company we know today. With current challenges and chances. In Juan's words: "We have never had this under control, but it is going from failure to failure without losing the vision that guarantees the progress of the project, always seeking to fulfill the purpose". It is this moment of consolidation and capacity building within the company that allows us to keep moving forward. We continue to add strategic allies and clients that allow the love for the planet to continue advancing materialized in this type of initiative.

It is undeniable that the world is moving towards sustainability, the increasingly aggravated climate crisis present in the daily lives of people, countries and economies makes the trend clearer every day. The capabilities that Treeoma as a company develops within its structure to mitigate the impacts of the climate crisis will be necessary in the near future and is demanded by various actors in the system.

One of Treeoma's current challenges is to achieve these capabilities in a more specialized way and with the full understanding of the ecosystems we are helping to regenerate. All the capabilities needed within regeneration and restoration operations must be more efficient, more successful, more scalable and actually generate the environmental services that are generated through forests.

The next challenge is to make the model attractive enough for more and more "big players" to join in. Creating awareness among companies is a first step, but achieving traceability through technology that allows companies to trust the restoration and regeneration process is a vital tool that Treeoma is working on relentlessly. There are many fraudulent reforestation programs that are used as a greenwashing tool. Empowering companies to follow up on the forest created is the bridge of trust that must be built for the model to become increasingly reliable and attractive. This leads to another current challenge, financing. So far Treeoma has achieved these milestones with its own resources and those of its clients, however, it is clear that in order to reach the scalability required, it is necessary to find allies, multilateral organizations, companies, investment funds and even states that share the vision and mission.

It is understood that in the current investment thesis GreenTech is present as a central axis. The explosion of demand for environmental services will become one of the most important in the near

future, but that is where it is required to enhance capabilities so that it is not only the regeneration of forests as a unit that is generated, in addition to that unit we want people to understand that it is not only native trees that we create, ecosystems comprise a myriad of symbiotic relationships across all species of different kingdoms that really offers a complete regeneration.

Along with the strengthening of the regeneration unit and the technical capabilities required, there is the commercial challenge. How to solve the question of how to reach a larger market? How to offer in different industries? How to measure each company to offer a service that more accurately counts the impact they are compensating? How to account for the environmental impact of the different transactions in an agile and accurate way? These are some of the questions that are being worked on with full awareness that it is using technology and entrepreneurship as the central engine of the answers.

Within the current mission for the model to become much more attractive for companies there is a very powerful tool in which capabilities must be developed as well. Social networks, communication and digital marketing should always be a cross-cutting axis for both now and in the future. They are the most tangible and immediate way in which companies seeking regeneration services understand the benefit. This is how Treeoma's big focus at the moment is on building the capabilities named above. Capabilities that we are fully aware that we are going to need and the planet is going to need.

Our responsibilities today as "early adapters" do not only come under the thesis of creating more capabilities within the company. A very important one is to generate the necessary pressure in society so that institutions and governments create the necessary mechanisms to face the climate crisis and try to mitigate it. We as a private entity understand the power we have as actors in the creation of public policies and state mechanisms that increasingly pressure industries to be part of the change.

We are already living as a society a paradigm shift, joint efforts such as the design, debate and implementation of Law 2173 of 2021 is only the first of many that will push the current consumption model to recognize the limits of the planet and create societies with more conscious actors who share the idea that the current paradigm must be changed.

Treeoma is just one of many initiatives that are being born with this new vision, throughout these three years we have understood that the change of model must be done together, we find in ColombiaCONNECT, Starta VC, Lulo Bank, state and private properties, family and friends, a value similar to those biotic relationships that we described above, where each of the actors plays a very important role in regenerating complex ecosystems.

8 Insect larvae as sustainable feed in recirculating shrimp aquaculture

Martin Tschirner

Department of Animal Ecology & Systematics, Justus Liebig University Giessen, Giessen, Germany*

With editorial contributions from Claudia Wilke

8.1 Introduction and background

With the fast growing human population on our planet in combination with an increasing demand for animal protein, our agricultural system will face severe challenges to feed 10 billion people by 2050. Marine animal proteins will have to contribute to support the global food demands (Röthig et al. 2023) and in 2019 alone, aquatic creatures like fish, crustaceans, and mollusks added 120 million tons to the world's food supply (FAO 2023). However, most of our oceans are widely fished at or over full capacity (FAO 2022) and while global fisheries' catch rates have largely plateaued since 1990, aquaculture has surged, jumping from around 15 million tons of aquatic animals in 1999 to over 87.5 million tons in 2020 (FAO 2022). Therefore, the fast growing aquaculture sector is widely believed to step up and play a crucial role in alleviating future protein shortages (Tschirner and Kloas 2017).

Aquaculture involves the managed cultivation of various aquatic organisms and originates over 4,000 years ago in China (Hickling 1962). Fish farming operations are conducted with both fresh-water and saltwater systems, encompassing species like fish, mollusks, crustaceans, and aquatic plants. These organisms are typically raised in different facilities like ponds, cages or tanks, and can be land-based, coastal, or offshore (Röthig et al. 2023). The global significance of aquaculture is growing rapidly (Tacon 2020). Because of increasing incomes and a focus on balanced diets, the

* *Recommended citation:*

Tschirner, M. 2024. Insect larvae as sustainable feed in recirculating shrimp aquaculture. In: Equitable and sustainable use of bioresources in Colombia: From concept to practice, edited by K.-Z. Lee, A. M. Aguirre Cañas, D. Morales and C. Bernal-Mattos, pp. 220–231. Stuttgart: Fraunhofer Verlag. <https://doi.org/10.24406/publica-3319>.

annual consumption of fish has exceeded the global population growth since 1960 (Noguera-Muñoz et al. 2021).

A similar trend can be observed for Colombia. According to OECD (2023), aquaculture production in Colombia accounted for 80,367 t of fish and crustaceans in 2010. In 2020, the production was more than doubled to 179,351 t of fish and crustaceans (72% of total fish production) while only 71,113 t (28% of total fish production) came from fisheries. In monetary terms, aquaculture products accounted for almost USD 639 million (86%) of the totally achieved USD 740 million from the fisheries and aquaculture sector, making it an important contributor to the Colombian GDP. According to MADR (2020), in 2020 aquaculture generated around 50,000 direct and almost 160,000 indirect jobs in Colombia when it had only been 20,000 and 70,000 in 2011, respectively. However, the production is not very diverse. Overall, fish farming operations are mainly focused on freshwater species like tilapia (*Oreochromis* sp.) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). These two species accounts for more than 64% of the national aquaculture production. The main cultivated species of marine aquaculture systems are whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*). While the shrimp production was slowly decreasing in the decade before 2015 because of a series of years with unfavorable climatic events connected to El Niño, it has again more than doubled since then (FAO 2023).

Interestingly, despite the rapid increase in production, Colombia still imports large amounts of crustaceans indicating that the domestic demand is not satisfied. While producing 5,284 t of shrimp in 2020, Colombia also imported 8,285 t on top for domestic consumption. It is therefore expected that the shrimp cultivation will continue to grow, especially since many former cultivation areas have been reactivated both in the coastal regions of Caribbean and the Pacific (MADR 2020). While this development is promising for the income diversification and job opportunities of (shrimp) farmers in the area, it may also be connected to serious ecological problems, since some aquaculture production systems can have a very detrimental impact on adjacent ecosystems. According to Carrera-Quintana et al. (2022), the following four production systems are currently in operation in Colombia:

- 1) semi-intensive and highly intensive land-based ponds (~66% of production),
- 2) floating cages (~15% of the national production),
- 3) Recirculating Aquaculture Systems (RAS) (less than 10% of national production), and
- 4) Biofloc systems (less than 10% of national production).

From this list, especially land-based ponds and floating cages can affect their immediate surroundings adversely. The highly increased nutrient influx by *ad libitum* feed application can lead to the pollution of cultivating and adjacent water bodies. Uneaten feed and fish waste increase the levels of nitrogen and phosphorus, causing excessive algal growth (algal blooms). These blooms can deplete oxygen in the water when they decompose, leading to dead zones where most aquatic life cannot survive. Excessive algal growth can become particularly problematic since some algae produce toxins that are harmful to aquatic life, livestock, and humans (Jiang et al. 2022).

In addition, many intensive aquaculture systems often use chemicals, hormones and antibiotics to prevent disease, enhance growth, and improve water quality, which can further pollute the

surrounding waters and harm non-target organisms (Ahmad et al. 2021). Furthermore, coastal (shrimp) aquaculture is often associated with widespread mangrove destruction (Mitra and Sikder 2023), since mangrove forests are cleared to create shrimp ponds. Mangroves however are vital ecosystems that support a rich biodiversity, protect coastlines from erosion and storms, and absorb significant amounts of carbon dioxide (Getzner and Islam 2020). According to (Bernal et al. 2017), mangroves in Colombia spanned approximately 371,250 ha in 1997, with around three-quarters (~283,000 ha) situated on the Pacific coast and one quarter (~88,250 ha) on the Caribbean coast. By 2014, this has been reduced to a total of 286,804 ha, marking a 23% reduction from the 1997 figures, which equates to a loss rate of 4,967 ha per year, assuming a consistent rate of mangrove loss. León (2003) reported a higher annual loss rate of 7,965 ha between 1966 and 1991. While this decrease in mangrove forest coverage can surely not be blamed on coastal aquaculture alone, Bernal et al. (2017) contributed a large percentage of it to shrimp farming during their assessment. With the shrimp industry on the rise in Colombia, particularly in the Caribbean, local governments are issuing permits for the additional construction of shrimp ponds. The reason is that the typical lifespan of shrimp ponds ranges from 3 to 9 years before they face a severe drop in productivity (Kauffman et al. 2017). To sustain shrimp productivity, more coastal areas have to be cleared for new pond construction. This makes shrimp farming particularly dangerous for mangrove forests. Nevertheless, there's a possibility to restore the old abandoned shrimp ponds to their previous mangrove land cover.

According to Carrera-Quintana et al. (2022), the shrimp cultivation in Colombia is predominantly concentrated in the states of Bolivar and Sucre in the Caribbean coast, occupying approximately 2,000 ha of coastal land and accounting for over 95% of the country's total shrimp production, the majority of which is directed to international markets. On the Pacific coast, almost 250 ha are dedicated to active shrimp production in Nariño, with the output being sold within Colombia (Carrera-Quintana et al. 2022). In addition to the destruction of mangrove forests, the use of seawater in inland ponds also poses a threat to the surrounding land. It leads to severe salinization of land and nearby freshwater sources, impacting drinking water quality and agriculture productivity for decades (Queiroz et al. 2013; Cardoso-Mohedano et al. 2018). For these reasons, it is essential for (shrimp) aquaculture to be managed sustainably to minimize its environmental impact while keeping the socio-economic benefits, especially when conducted inside or close to sensitive ecosystems.

One way to decouple environmental threats and increase productivity is through the utilization of recirculating aquaculture systems (RAS). RAS utilize high-efficiency filters to reduce the total water exchange necessary to cope with high nutrient loads in the waterbody resulting from intensive fish farming to under 1% daily. This can be achieved by employing ammonia-eliminating biofilters in combination with UV and/or ozone water sanitization. While very effective, this method requires substantial initial investment and is characterized by a high energy consumption (Ray et al. 2017). However, the investment is justified since a well-managed RAS allows for very high stocking densities and therefore higher yields and revenue. Nevertheless, higher stocking densities also come at the risk of higher disease pressure (Ruiz-Velazco et al. 2010; Alfiansah et al. 2018), determining the use of preventive or treatment measures. Hence, managing disease is fundamental

in intensive RAS. It is tackled by various ways aside from acute treatment with antibiotics, e. g. by vaccination, the creation of specific pathogen-free broodstocks, additives like antimicrobial peptides (AMPs) and immunostimulants (Flegel 2019). Furthermore, with RAS being established in artificial environments and therefore decoupled from nature, their impact on surrounding ecosystems can be considered as minimal.

Apart from the threat of polluting adjacent ecosystems, aquaculture is dependent on one very resource intensive input: feed. Contemporary aquafeeds are protein-rich, energy-dense, and highly customized to the needs of their corresponding target species (Tacon and Metian 2015). To cover the protein requirement of the cultivated fish/crustacean species, most aquafeeds contain high levels of fishmeal and soybean meal. Both are, however, ecologically very problematic commodities.

Fishmeal production relies on the reduction on small pelagic species like anchoveta (*Engraulis ringens*), sardine (*Sardina pilchardus* or *Sardinops sagax*), and sprat (*Spattus sprattus*) into fishmeal and fish oil. According to the FAO (2022), 35.4% of the marine fish stocks were fished at unsustainable levels in 2019 and are therefore considered to be overfished. In 2020, 11% (approximately 20 million tons) of global fish landings were utilized for non-food purposes, predominantly for producing fishmeal and fish oil (FAO 2022). Even as an increasing share of the world's fishmeal supply (27%) is derived from fish residues (FAO 2022), it is important to highlight that the processing of heads, tails, and bones results in fishmeal with a different composition and quality (higher ash and lower protein content). This difference could adversely impact its potential inclusion rate in feed formulations (Hardy and Masumoto 1990). Traditionally, fishmeal and fish oil are made from small pelagic forage fish. In 2006, the aquaculture sector used 3.7 million tons of FM and 830,000 tons of FO, equivalent to approximately 17 million tons of small pelagic forage fish (Tacon and Metian 2008).

The inclusion rates of fishmeal and fish oil in aquaculture and livestock feeds have been showing a decreasing trend in recent years (FAO 2020). Nevertheless, most of the typical substitutes for fishmeal and fish oil are plant-based and consequently have lower protein digestibility and a less optimal amino and fatty acid composition (Gatlin et al. 2007). The major utilized plant protein is soybean meal. Soybean production in itself is also often not considered ecologically sustainable, because most of the growing production is realized by increasing the cultivated area. A significant portion of the expansion of soybean cultivation is occurring in countries such as Brazil, Argentina, and Uruguay. This growth often leads to a shift in land use away from natural ecosystems, resulting in deforestation and land degradation (Steinfeld et al. 2006). Additionally, many high-intensive soybean cultivations are transgenic, resulting in significant socioeconomic dependencies of farmers through licensing practices (Wesz Junior 2022). Furthermore, soybean meal is a by-product of the defatting of soybeans, which is done both mechanically by pressing and chemically by the utilization of hexane. Hexane extraction however is connected to various environmental and health risks, because hexane extraction releases volatile organic compounds into the atmosphere, contributing to air pollution and posing a risk to environmental and human health. Additionally, being a petroleum derivative, the use of hexane in soybean oil extraction contributes to the depletion of non-renewable petroleum resources. Workers in facilities using hexane for oil extraction may be exposed to the chemical, which can cause a range of health issues from mild symptoms like dizziness and

headaches to serious neurological conditions upon prolonged exposure. Furthermore, residual hexane may be present in small amounts in the final soy products, potentially posing a health risk to livestock or consumers (Gasparetto et al. 2022).

Additionally, fishmeal substitutes of plant origin often include various antinutritional factors that can negatively impact both growth performance and animal welfare (Francis et al. 2001). Therefore, sources of animal origin are more nutritionally favorable for the protein component. In past decades, animal-origin by-products from livestock production, like meat and bone meal, have been a significant focus as substitutes for fishmeal (Nguyen et al. 2009). However, following the BSE crisis in the 1980s and 1990s, many consumers' confidence in the feedstuff industry plummeted due to the incorrect use of animal by-products in feed, heightening fears regarding associated risks (Ellerbroek et al. 2015).

To address these issues, researchers have begun exploring a new protein source for livestock feed: insects. Various insect species have been proven to be viable fishmeal substitutes, especially in aquaculture, as demonstrated in numerous feeding trials with several commercially valuable fish species. Makkar et al. (2014) have compiled an extensive review. Although this practice has been in place in China for over 2,500 years – with silkworm larvae as a by-product of silk production being utilized as feed in pond carp farming (Hickling 1962) – it is a novel concept for most Western societies. Generally, insects are very rich in protein with a highly favorable amino acid profile for fish nutrition, especially when compared to many plant-based protein sources (Sánchez-Muros et al. 2014). However, the final composition of insect-derived products heavily depends on different factors like life stage processed, rearing substrate utilized and the species (Tschirner and Simon 2015; Alfiko et al. 2022). Besides the nutritional benefits, many insect production systems are also deemed highly sustainable. They have minimal requirements for freshwater and land (Smetana et al. 2016), and when utilizing organic side streams as rearing substrates such as agricultural by-products or municipal biowaste their utilization as a feed ingredient has the potential to serve as the missing link in a true circular economy. One species that has been thoroughly researched for fish feed production is *Hermetia illucens*, also known as the Black Soldier Fly (BSF), belonging to the family Stratiomyidae in the order Diptera. The BSF holds significant promise for sustainable livestock feed due to several compelling characteristics. It possesses an inherently high growth rate and a rapid generation time, ensuring a consistent and efficient production cycle. In addition to these growth advantages, BSF boasts a favorable nutrient composition, making it an optimal food source for various livestock sectors including fish, crustaceans, poultry, and pigs. This nutritional profile is accompanied by broad acceptance within the targeted livestock natural nutritional habits, further solidifying its potential as a staple in animal feed. Moreover, the industrial farming process for BSF is straightforward, scalable, and cost-efficient, necessitating minimal spatial requirements. These factors collectively underscore the substantial benefits and feasibility of incorporating BSF into modern, sustainable aquaculture feeding systems.

8.2 Best practice project at JLU Giessen, Germany

During the best practice project of the Justus Liebig University (JLU) in the context of Colombia-CONNECT, the applicability of insect feed components in shrimp RAS was investigated to evaluate the potential of this integrated production system as an alternative to conventional shrimp aquaculture.

Because of the well-researched life history traits of BSF and their utilization for livestock feed production, this species was also chosen for the feeding trials of this best practice project. In order to further enhance the sustainability of the insect-derived feed, biogenic side-streams were selected as input rearing substrates that might be regionally available in either Germany or Colombia: apple pomace from apple juice production, brewer's grains, the residual grains left over after the extraction of sugars during the brewing process for making beer, cocoa shells from chocolate production, cottonseed press cake as a byproduct of cottonseed oil extraction and empty fruit bunches, the leftover parts of oil palm fruit after the fruit bunches have been pressed to extract palm oil. While some resulted in a faster larval growth of the BSF than other (e.g., larvae fed with apple pomace grew twice as fast as larvae on cocoa shells), all tested substrates were deemed suitable for BSF production, especially when the substrates were enhanced by the incorporation of free essential amino acids like lysine and methionine. This means for practical application that it will be possible to upcycle various biogenic agricultural side-streams on farm-level into valuable protein that can be utilized as a feed supplement in aquaculture. In the context of Colombia this biotechnology could be used as a new approach to strengthen the Colombian bioeconomy. On the one hand, insect production can facilitate income diversification and feed cost reduction on a household level, when applied in subsistence farming or communal aquaculture production systems. The BSF would be produced and utilized inside the community, strengthening livestock production and helping to build up the resilience to unfavorable external factors. On the other hand, a BSF production facility could be upscaled to upcycle low value side-streams from large agricultural operations like palm oil or cocoa plantations. The insect larvae would be industrially grown, harvested, dried, defatted, ground and either sold as a protein meal to feed manufacturers or directly utilized in house as a protein component in compound feed production, extending the company's value chain.

As for the feasibility study for insect-fed shrimp production, an existing RAS system at JLU has been used. The decision to investigate the feasibility of insect-fed aquaculture with the shrimp species *Litopenaeus vannamei* has been made because this species is challenging to cultivate in general, so by succeeding with *L. vannamei* it would be easier to apply the learned results to other species. that contained four large tanks with 400 L for feeding trials with higher individual count and fewer repetitions as well as 24 small tanks with around 80 L for feeding trials with lower individual count and many repetitions. Additionally, the system was equipped with mechanical filters to facilitate solid wastes removal, biofilters to reduce ammonia, nitrite and nitrate as well as an ozone and UV sterilization to improve water quality and control waterborne pathogens. The system represented a state-of-the-art production facility focused on answering research questions, but all individual components were completely applicable in an economically oriented shrimp production.



Figure 1: Adult shrimp (Litopenaeus vannamei) feeding on Black Soldier Fly larvae (Credit: Annalena Barth).

With the BSF larvae produced onsite, it was possible to substitute 25% of the compound feed without significant losses in biomass production (see Figure 1). A feeding trial with a conventional diet as a control and a diet with 25% BSF larvae showed very promising results for future applications. While the average individual shrimp body mass was slightly lower, a distinct higher survival rate of the shrimp could be observed in the 25% BSF group. All biochemical analyses like protein, fat content, and amino acid profile revealed no difference between the experimental groups. In the 25% BSF group a slightly reduced water quality was observed due to a higher amount of suspended solids in the water, originating from insect larvae exuvia (shedded skins) residues not entirely consumed by the shrimp. However, it was possible to restore the water quality to the former high level by adjusting the flow velocity in the mechanical filter, allowing the light exuvia to sink to the filter bottom.

8.3 Conclusions

The utilization of insect feed in shrimp aquaculture represents a robust and sustainable approach to enhancing the growth and health of cultivated shrimp while mitigating the environmental impacts traditionally associated with these aquaculture systems. Insect feeds, derived from the black soldier fly larvae and other insect species, are rich in essential proteins, amino acids, and other nutrients, ensuring optimal shrimp growth and development. The environmental footprint of producing insect

feed is significantly lower compared to conventional fishmeal or soybean meal-based feeds. It requires less land, water, and food resources, and helps in reducing greenhouse gas emissions. Furthermore, insects can be bred on organic waste products, contributing to waste reduction and recycling, and promoting a circular economy. Moreover, the use of insect feed does not contribute to the depletion of fish stocks, a major concern associated with fishmeal production. This is crucial for the preservation of marine ecosystems and biodiversity, as well as the livelihoods of communities dependent on these resources.

In the context of Colombia, the implementation of insect feed in shrimp aquaculture could be a groundbreaking and sustainable initiative. To begin the process, investing in comprehensive research and development is essential. Collaborating with local and international research institutions can aid in understanding the nutritional needs of shrimp and the feasibility of different insect species as feed. Establishing insect farming infrastructure is another crucial step. This involves creating facilities for the large-scale production of insect feed, ensuring that it is done sustainably and efficiently. Local waste products can be utilized as feedstock for insects, providing an eco-friendly and cost-effective solution. Moreover, organizing training and educational programs for local farmers and entrepreneurs can further facilitate the smooth integration of insect feed into the aquaculture sector. Furthermore, navigating the regulatory landscape is vital. Engaging with governmental bodies to develop and adhere to national and international standards and regulations for insect feed production can foster safety, quality, and sustainability in the industry. Additionally, creating certification programs and quality standards can further ensure the reliability and safety of insect feed for shrimp farming. In general, creating awareness about the advantages of insect feed is also pivotal for its successful implementation. Effective marketing and informational campaigns can enlighten shrimp farmers and other stakeholders about the nutritional and environmental benefits of insect feed. Ensuring market accessibility and affordability is equally important, and establishing strong distribution networks can make insect feed readily available to shrimp farmers across Colombia. Finally, by promoting the significant environmental benefits, including reduced greenhouse gas emissions and conservation of marine ecosystems and a smart science/society interface, the support from various environmental groups and the community at large can be secured.

In conclusion, by integrating these various elements, Colombia can notably enhance the sustainability and resilience of its (shrimp) aquaculture industry, contribute to global environmental efforts, and establish a robust economic stability in the aquaculture sector. In a world facing increasing food security issues, environmental degradation, and climate change, adopting innovative and sustainable solutions like insect feed for various forms of aquaculture is not just advantageous – it is imperative for ensuring the resilience and sustainability of global aquaculture practices, safeguarding our oceans, and securing future food supply chains.

8.4 References

- Ahmad, A., S. R. Sheikh Abdullah, H. Abu Hasan, A. Razi Othman and N. I. Ismail. 2021. Aquaculture industry: Supply and demand, best practices, effluent and its current issues and treatment technology. *Journal of environmental management* 287: 112–271. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112271>.
- Alfiansah, Y. R., C. Hassenrück, A. Kunzmann, A. Taslihan, J. Harder and A. Gärdes. 2018. Bacterial Abundance and Community Composition in Pond Water from Shrimp Aquaculture Systems with Different Stocking Densities. *Frontiers in Microbiology* 9. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02457>.
- Alfiko, Y., D. Xie, R. T. Astuti, J. Wong and L. Wang. 2022. Insects as a feed ingredient for fish culture: Status and trends. *Aquaculture and Fisheries* 7 (2): 166–178. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2021.10.004>.
- Bernal, B., G. Sidman and T. Pearson. 2017. Assessment of mangrove ecosystems in Colombia and their potential for emissions reductions and restoration. Morrilton, AR: Winrock International.
- Cardoso-Mohedano, J. G., J. Lima-Rego, J.-A. Sanchez-Cabeza, A.-C. Ruiz-Fernández, J. Canales-Delgado, E.-I. Sánchez-Flores and F. Páez-Osuna. 2018. Sub-tropical coastal lagoon salinization associated to shrimp ponds effluents. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 203: 72–79. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2018.01.022>.
- Carrera-Quintana, S., P. Gentile and J. Girón-Hernández. 2022. An overview on the aquaculture development in Colombia: Current status, opportunities and challenges. *Aquaculture* 561: 738–583. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738583>.
- Ellerbroek, L., A. Heinrich, J. Zagon, D. Meermeier, T. Muther, H. Schafft, P. Zechel and M. Jasper. 2015. Processing and disposal of animal by-products and side-products at slaughter. *Journal of Food Safety and Food Quality-Archiv für Lebensmittelhygiene* 66 (3): 74–78.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. Rome, Italy. Retrieved from: <http://www.fao.org/3/ca9229en/ca9229en.pdf> (Last access: 20/09/2021).
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2022. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Towards Blue Transformation. Rome, Italy. Retrieved from: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cc0461en> (Last access: 06/12/2023).
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2023. Fishery and Aquaculture Statistics. Global aquaculture production 1950–2021 (FishstatJ). Rome, Italy. Retrieved from: www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en (Last access: 20/09/2023).

- Flegel, T. W. 2019. A future vision for disease control in shrimp aquaculture. *Journal of the World Aquaculture Society* 50 (2): 249–266. <https://doi.org/10.1111/jwas.12589>.
- Francis, G., H. P. S. Makkar and K. Becker. 2001. Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. *Aquaculture* 199 (3–4): 197–227. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(01\)00526-9](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00526-9).
- Gasparetto, H., F. de Castilhos and P. Gonçalves Salau. 2022. Recent advances in green soybean oil extraction: A review. *Journal of Molecular Liquids* 361: 119684.
- Gatlin, D. M., F. T. Barrows, P. Brown, K. Dabrowski, T. G. Gaylord, R. W. Hardy, E. Herman, et al. 2007. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. *Aquaculture Research* 38 (6): 551–579.
- Getzner, M. and M. S. Islam. 2020. Ecosystem Services of Mangrove Forests: Results of a Meta-Analysis of Economic Values. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 17 (16): 5830. <https://doi.org/10.3390/ijerph17165830>.
- Hardy, R. W. and T. Masumoto. 1990. Specifications for marine by-products for aquaculture. In: International Conference on Fish By-Products, edited by S. Keller, 109–120. Alaska Sea Grant College Program, Fairbanks, AK: Alaska Sea Grant College Program, Report No. 90–07.
- Hickling, C. F. 1962. Fish Culture. London: Faber and Faber, 295 pp.
- Jiang, Q., N. Bhattarai, M. Pahlow and Z. Xu. 2022. Environmental sustainability and footprints of global aquaculture. *Resources, Conservation and Recycling* 180: 106183. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106183>.
- Kauffman, J. B., V. B. Arifanti, H. Trejo, H., M. del Carmen Jesús García, J. Norfolk, M. Cifuentes, D. Hadriyanto and D. Murdiyarto. 2017. The jumbo carbon footprint of a shrimp: carbon losses from mangrove deforestation. *Frontiers in Ecology and the Environment* 15 (4): 183–188. <https://doi.org/10.1002/fee.1482>.
- León, R. Á. 2003. Los manglares de Colombia y la recuperación de sus áreas degradadas: revisión bibliográfica y nuevas experiencias. *Madera y Bosques* 9 (1): 3–25.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). 2020. Acuicultura En Colombia: Cadena de la Acuicultura, Secretaría Técnica Nacional Cadena de la Acuicultura. Bogotá, Colombia. Retrieved from: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Acuicultura/Documentos/2020-12-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf> (Last access: 01/10/2023).

- Makkar, H. P.S, G. Tran, V. Heuzé and P. Ankers. 2014. State-of-the-art on use of insects as animal feed. *Animal Feed Science and Technology* 197: 1–33. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.07.008>.
- Mitra, R. and V. Sikder. 2023. Impact of brackish water aquaculture and mangrove degradation on global carbon balance: a review. *The holistic approach to the environment* 13: 76–82. <https://doi.org/10.33765/thate.13.2.4>.
- Nguyen, T. N., A. D. Davis and I. P. Saoud. 2009. Evaluation of Alternative Protein Sources to Replace Fish Meal in Practical Diets for Juvenile Tilapia, *Oreochromis* spp. *Journal of the World Aquaculture Society* 40 (1): 113–121. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2008.00230.x>.
- Noguera-Muñoz, F. A., B. García García, J. T. Ponce-Palafox, O. Wicab-Gutierrez, S. G. Castillo-Vargasmachuca and J. García García. 2021. Sustainability Assessment of White Shrimp (*Penaeus vannamei*) Production in Super-Intensive System in the Municipality of San Blas, Nayarit, Mexico. *Water* 13: 304. <https://doi.org/10.3390/w13030304>.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). 2023. Aquaculture production. (FishStatJ). Retrieved from: https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=FISH_AQUA (Last access: 01/10/2023).
- Queiroz, L., S. Rossi, J. Meireles and C. Coelho. 2013. Shrimp aquaculture in the federal state of Ceará, 1970–2012: Trends after mangrove forest privatization in Brazil. *Ocean & Coastal Management* 73: 54–62. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2012.11.009>.
- Ray, A. J., T. H. Drury and A. Cecil. 2017. Comparing clear-water RAS and biofloc systems: Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) production, water quality, and biofloc nutritional contributions estimated using stable isotopes. *Aquacultural Engineering* 77: 9–14. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2017.02.002>.
- Röthig, T., A. Barth, M. Tschirner, P. Schubert, M. Wenning, A. Billion, T. Wilke and A. Vilcinskis. 2023. Insect feed in sustainable crustacean aquaculture. *Journal of Insects as Food and Feed* 9 (9): 1115–1138. <https://doi.org/10.3920/JIFF2022.0117>.
- Ruiz-Velazco, J. M. J., A. Hernández-Llamas and V. M. Gomez-Muñoz. 2010. Management of stocking density, pond size, starting time of aeration, and duration of cultivation for intensive commercial production of shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquacultural Engineering* 43 (3): 114–119. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2010.08.002>.
- Sánchez-Muros, M.-J., F. G. Barroso and F. Manzano-Agugliaro. 2014. Insect meal as renewable source of food for animal feeding: a review. *Journal of Cleaner Production* 65: 16–27. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.11.068>.

- Smetana, S., M. Palanisamy, A. Mathys and V. Heinz. 2016. Sustainability of insect use for feed and food: Life Cycle Assessment perspective. *Journal of Cleaner Production* 137: 741–751. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.148>.
- Steinfeld, H., P. Gerber, T. Wassenaar, V. Castel, M. Rosales and C. de Haan. 2006. Livestock's long shadow: Environmental issues and options. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Tacon, A. G. J. 2020. Trends in Global Aquaculture and Aquafeed Production: 2000–2017. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture* 28: 43–56. <https://doi.org/10.1080/23308249.2019.1649634>.
- Tacon, A. G. J. and M. Metian. 2008. Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects. *Aquaculture* 285 (1–4): 146–158. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.08.015>.
- Tacon, A. G. J. and M. Metian. 2015. Feed Matters: Satisfying the Feed Demand of Aquaculture. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture* 23 (1): 1–10. <https://doi.org/10.1080/23308249.2014.987209>.
- Tschirner, M. and W. Kloas. 2017. Increasing the Sustainability of Aquaculture Systems: Insects as Alternative Protein Source for Fish Diets. *GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society* 26: 332–340. <https://doi.org/10.14512/gaia.26.4.10>.
- Tschirner, M. and A. Simon. 2015. Influence of different growing substrates and processing on the nutrient composition of black soldier fly larvae destined for animal feed. *Journal of Insects as Food and Feed* 1 (4): 249–259.
- Wesz Junior, V. J. 2022. Soybean production in Paraguay: Agribusiness, economic change and agrarian transformations. *Journal of Agrarian Change* 22 (2): 317–340. <https://doi.org/10.1111/joac.12436>.

9 Bioproduct design and co-creation of a sustainable business model with the Awá indigenous community based on *Capsicum annuum*

Camila Bernal-Mattos

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia*

Carlos Cortés-Gutiérrez

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia

Daniella González-Alzate

Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia

Julieta M Ramírez-Mejía

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia

Resguardo Indígena Awá Pialapí Pueblo Viejo

Pueblo Viejo

With editorial contributions from Claudia Wilke

* *Recommended citation:*
Bernal-Mattos, C., C. Cortés-Gutiérrez, D. González-Alzate, J.M Ramírez-Mejía and Resguardo Indígena Awá Pialapí Pueblo Viejo. 2024. Bioproduct design and co-creation of a sustainable business model with the Awá indigenous community based on *Capsicum annuum*. In: Equitable and sustainable use of bioresources in Colombia: From concept to practice, edited by K.-Z. Lee, A. M. Aguirre Cañas, D. Morales and C. Bernal-Mattos, pp. 232–255. Stuttgart: Fraunhofer Verlag. <https://doi.org/10.24406/publica-3320>.

9.1 Introduction

Colombia is a megadiverse country, which in its 5 biogeographic regions is home to more than 10% of the world's biodiversity, ranking first in diversity of birds, orchids and butterflies, and second in plants, amphibians, freshwater fish, reptiles, palms and bats (Rincón Bermúdez et al. 2009; SIB Colombia 2023). According to Diazgranados et al. (2022), the country has about 28,947 vascular plant species identified (33.7% are endemic) and for 7,472 there are documented uses in medicine, food, materials and environmental services (Diazgranados 2022).

In this context, the commercialization of Non-Timber Forest Products (NTFPs) can contribute to the conservation of tropical forests and offer an intermediate strategy of "conservation through harvesting", also contributing to the generation of complementary income and conservation of rural livelihoods (Ruiz Perez et al. 2004; Shackleton et al. 2015; Wahlén 2017). This aligns with the development of the bioeconomy in Colombia, which seeks to use NTFPs to create value by promoting the substitution of synthetic for natural compounds and differentiating Colombian products in global value chains (Biointropic 2018; DNP 2018; UNIDO 2015).

The Colombian government is implementing the Green Growth Mission, taking advantage of the country's natural capital and promoting the bioeconomy as a model to efficiently manage biodiversity (Canales and Gómez 2020; DNP 2018). This bioeconomy is based on knowledge and innovation, and seeks to generate new products, processes and services with high added value (DNP 2018). This mission aligns different policies at the national level which the bioeconomy enhances the socioeconomic development of the country in 5 strategic areas and challenges for its regionalization: biodiversity and its Ecosystem Services (EESS); productive and sustainable agriculture; biomass and green chemistry; biointelligent Colombia; and health and well-being (Government of Colombia 2020).

Similarly, the Ministry of Environment and Sustainable Development (MADS) consolidates the National Green Business Plan to boost the supply of goods and services based on the sustainable use of biodiversity. The purpose of this Plan is to enhance the environmental comparative advantages of each region and ensure that the environment is an asset for national competitiveness (ONVS 2023). Green Businesses (GB) are characterized by being economic activities with an ecosystemic and full life cycle approach to the goods and services they offer, generating positive social and environmental impacts through the incorporation of sustainable practices and technologies that promote the development of the territories in which they operate (Minambiente 2022).

Its impact in the national context has been so significant that the MADS consolidated the GB as a strategic work topic and consolidated the Office of Green and Sustainable Businesses (ONVS) to promote green businesses with a focus on the regionalization of Sustainable Business Models (SBM) (Minambiente 2023). These models are a simplified representation of the interrelationships between stakeholders of an organization, company or market that seeks the creation, delivery, capture and exchange of value in a sustainable manner (Cortés and González 2023b). Their main objective is to modify conventional businesses by incorporating sustainable practices along their value chain that

translate into a competitive advantage and reflect a balance between the natural and social environment with economic activities (Goni et al. 2021).

A fundamental element to generate a sustainable use of the country's natural capital is the implementation of biotechnology methodologies that allow the transformation of native Colombian species to obtain bioactive compounds of interest or the development of bioproducts with different applications, this transformation process involves the cohesion of a set of up-stream, extraction, processing and downstream techniques that guarantee greater efficiency in the production process, this branch of biological sciences frames numerous disciplines such as bioprospecting, omic sciences, bioprocesses and separation operations to obtain products of interest (Clark and Pazdernik 2015).

Additionally, the ancestral knowledge transmitted by indigenous communities in relation to native species is invaluable, as they have developed a deep understanding of their properties and uses over generations, having a compilation of valuable techniques that contribute to the development of sustainable productive processes (Linares et al. 2021). The integration of ancestral knowledge in the bioeconomy is crucial to ensure the preservation of cultural traditions and respect for the rights of communities, which is a great challenge in a country where there are numerous technological and development limitations for the isolated places where these communities are rooted.

Different studies support the importance of the bioeconomy based on ancestral knowledge in Colombia, which highlight that biodiversity and traditional knowledge are essential to develop a sustainable bioeconomy in the country, as well as the effectiveness and economic potential of the sustainable use of native species (FAO 2018; SINCHI 2017). In this sense, it also offers opportunities for research and innovation, the study of the properties and uses of native species can lead to the discovery of new compounds with medicinal, agricultural, nutritional or industrial potential (Kor and Diazgranados 2023).

Under this perspective, the Best Practices in Bioeconomy and Biodiversity Project "Bioproduct Design and Sustainable Business Models", in charge of the Humboldt Institute in the framework of the transdisciplinary research network ColombiaCONNECT, had the main objective of identifying potential useful plant species for the Bioeconomy in the La Planada Nature Reserve (RNLP), in order to design a bioprocess and structure a sustainable business model for the development of a bioproduct on a pilot scale. The above is framed within the framework of Mission 4 of the I. Humboldt, related to "Innovative and sustainable business of biodiversity" and the development of the National Bioeconomy Mission (2030) in its strategic area of "Biodiversity and its EESS".

9.2 Background

The RNLP is located in the municipality of Ricaurte (Nariño). The reserve was created in 1982 and has been owned by the Resguardo Indígena Awá Pialapí-Pueblo Viejo (RIAPPV) since 2010 (Santodomingo et al. 2022). The RNLP has 3,200 hectares of cloud forest, a key ecosystem for biodiversity

conservation and a refuge for numerous endemic and threatened species, and plays a crucial role in the protection of EESS in the region (Santodomingo et al. 2023).

The RNLP is located in the intertropical convergence zone, an area influenced by the Andes and the Colombian Pacific, and is recognized as a vital storehouse of biodiversity (Santodomingo et al. 2022). The RNLP harbors approximately 2,144 species, including 1,090 species of plants, 697 species of animals, and 74 species of fungi (Santodomingo et al. 2023; SIB Colombia 2020). Despite this richness, the ecosystems near the RNLP face threats from climate change and deforestation associated with the expansion of the agricultural frontier and the increase in illicit crops (Aguilar et al. 2016; CAMAWARI 2002; RIAPPV, 2021).

From the social perspective, the Awá community in the municipality of Ricaurte and in the RNLP faces different challenges related to access to public services, limited higher education, and health problems due to the distance to medical centers (Ministry of Education 2018; Ministry of Health 2022). In addition, migration of the young population to other regions due to lack of employment opportunities, which affects generational relay and continuity of processes (Ortiz 2022). At the local level, the Awá families have a strong agricultural vocation, the main crops are bananas, sugarcane, corn, beans, potatoes and fruit trees, as well as pastures for cattle feed, another important activity within the RIAPPV, along with the domestic breeding of minor species (RIAPPV 2021; Santodomingo et al. 2022).

Currently, the main economic activity in the RNLP is scientific and nature tourism, which represents a constant flow of local and foreign visitors interested in biodiversity, culture and local products. In recent years, the tourism process has been strengthened by the project "Design and testing of a social innovation strategy for scientific nature tourism in ancestral Awá territory in the Department of Nariño" with the participation of RIAPPV, I. Humboldt, the Government of Nariño and the University of Nariño, generating a co-created strategy for scientific nature tourism in the reserve, setting a precedent for collaboration in the ancestral Awá territory (Santodomingo et al. 2023), in addition to demonstrating the opportunities to consolidate value networks around tourism, for example, with the development of a bioproduct.

The Good Practices in Bioeconomy and Biodiversity Project is framed in the study of a native species of the RNLP, *Capsicum annum*, the Awá in their native language call the species with the common name of "Chuit", showing an ancestral value of the cultivation and consumption of the species in these indigenous people. Particularly, this *Solanaceae* specie has been studied from a biotechnological perspective for its bioactive properties and the presence of metabolites, especially capsaicin, an alkaloid that has shown significant application in multiple areas, including agroindustry, medicine and food. Its properties in these fields have been the subject of numerous scientific studies and its potential continues to be explored (Kim et al. 2001; Pal et al. 2010; Whiting et al. 2012; Park et al. 2015; Chon et al. 2017; Steinhoff et al. 2018).

Its antimicrobial, antioxidant, analgesic, and anti-inflammatory properties and its ability to improve the flavor and quality of products make it a versatile biomolecule. Capsaicin not only offers

economic opportunities in terms of production and commercialization, but can also have environmental benefits by promoting sustainable agricultural practices and reducing dependence on synthetic chemicals. Its extraction and production can be carried out in a sustainable manner, respecting the principles of the bioeconomy, and thus contributing to the conservation of biodiversity and natural resources.

The biotechnological utilization of *C. annuum* motivates the development of a bioproduct that takes advantage of the properties, bioactive components and benefits of the plant and generates a self-sustainable process for obtaining the raw material. This design and prototyping involves research and selection of the variety, optimization of growing conditions, transformation bioprocesses, development of the formulation for the food bioproduct, quality evaluation and prototype design. This is developed from a multidisciplinary approach involving knowledge of agronomy, food science, formulation, bioprocesses, product development and sensory evaluation. It also takes into account relevant regulations and standards for food safety and product labeling.

The implementation of biotechnology methodologies in indigenous communities based on dialogue and the valuation of local knowledge is proposed as a means to contribute to economic and social development, with the integration and optimal use of biological resources to generate sustainable bioproducts. In particular, the RNLN proposes the possibility of developing bioproducts as a pillar for the implementation of a bioeconomic model, where the capacities, knowledge and resources of the community are strengthened; however, the proposal of this possibility includes the need to diagnose the gaps in installed technological and organizational capacity with respect to the development of the biobased product.

From the information gathered with the Awá people in a workshop on opportunities and barriers within the framework of this project, it was found that there is an awareness of these factors that influence the community. Among the opportunities, there is a priority for the generation of productive projects with a distribution of 35.7% and for the planting of native plants with 21.4%, followed by other opportunities such as the generation of new products, organic food production and the strengthening and encouragement of young people in the reserve (Ramírez-Mejía 2023).

However, the approach to new products and the use of natural resources comes with its barriers linked to the context of the RNLN, which were identified as the low production of own products (28.6%), the lack of interest of young people in the use of the field (21.4%), as well as the presence of transgenic plants, "politicking" or disloyalty in decisions that directly affect the community and the lack of sanitary registrations (Ramírez-Mejía 2023).

According to Chinchilla and de la Rúa (2018), existing barriers to the development of bioproducts include economic, regulatory, technical, structural and social barriers. The barriers mentioned by the community coincide with those raised by the authors and, in addition, other types of factors such as the reduced availability of financing, demanding regulations, the cost of raw materials and the low availability of technologies are also taken into account. The social context in the RNLN has a strong incidence of the presence of illicit crops, followed by the lack of opportunities for the fair

commercialization of their base crops. For this reason, the biotechnological bet in this community is proposed as an alternative with a positive impact on their development from a sustainable vision.

9.3 Methodology

Installed capacity for nursery, co-creation of bioproduct and development of transformation process

For the generation of the bioproduct and the nursery project with the community, an integrated approach was proposed that combined the selection of a native variety of *C. annuum* in the RNLP, the improvement of the growing conditions of raw material, the development of an appropriate processing technology for the production of a food bioproduct and the potential development of a biological insecticide based on the same species for the control of pests in the crop, with a circular approach in the use of the natural resource.

Firstly, the installed capacity for obtaining the raw material in the RNLP is developed, considering that, in the initial context, there was no real installed capacity for the execution of agricultural activities. It is essential to ensure a constant and quality supply of *C. annuum* to support the bioprocess and guarantee the production of the food bioproduct. Thus, an organic nursery is established with optimal growing conditions, considering factors such as soil, irrigation, fertilization, pest and disease control; maximizing the yield and quality of the raw material and guaranteeing the obtaining of organic ingredients free of synthetic formulations with the support of professionals in the area.

Once the quality raw material is obtained, a transformation technology is developed to obtain the food bioproduct, based on previous surveys with the community, through a co-creation process focused on ancestral and technical knowledge. Different fermentation and formulation methods are explored to achieve a final product with attractive organoleptic characteristics and desirable nutritional properties, being essential the presence of capsaicin in the final product, as a bioactive compound with functional properties.

The resulting food bioproduct is subjected to quality and food safety analysis to guarantee compliance with regulatory standards and ensure its commercial viability. A preliminary evaluation of the product's acceptance by potential consumers is carried out through sensory tests. Additionally, a cyclical approach is proposed, in which the development of a biological insecticide for the same crop, based on the properties of capsaicin and alliin, is visualized.

Co-creation of a Sustainable Business Model with the RIAPPV community

To carry out the co-creation exercise with the Awá community, it is proposed to use a Canvas created from the *Flourishing Business Canvas* methodology that incorporates social, environmental and economic factors necessary to create an SBM. This Canvas was specifically designed for the

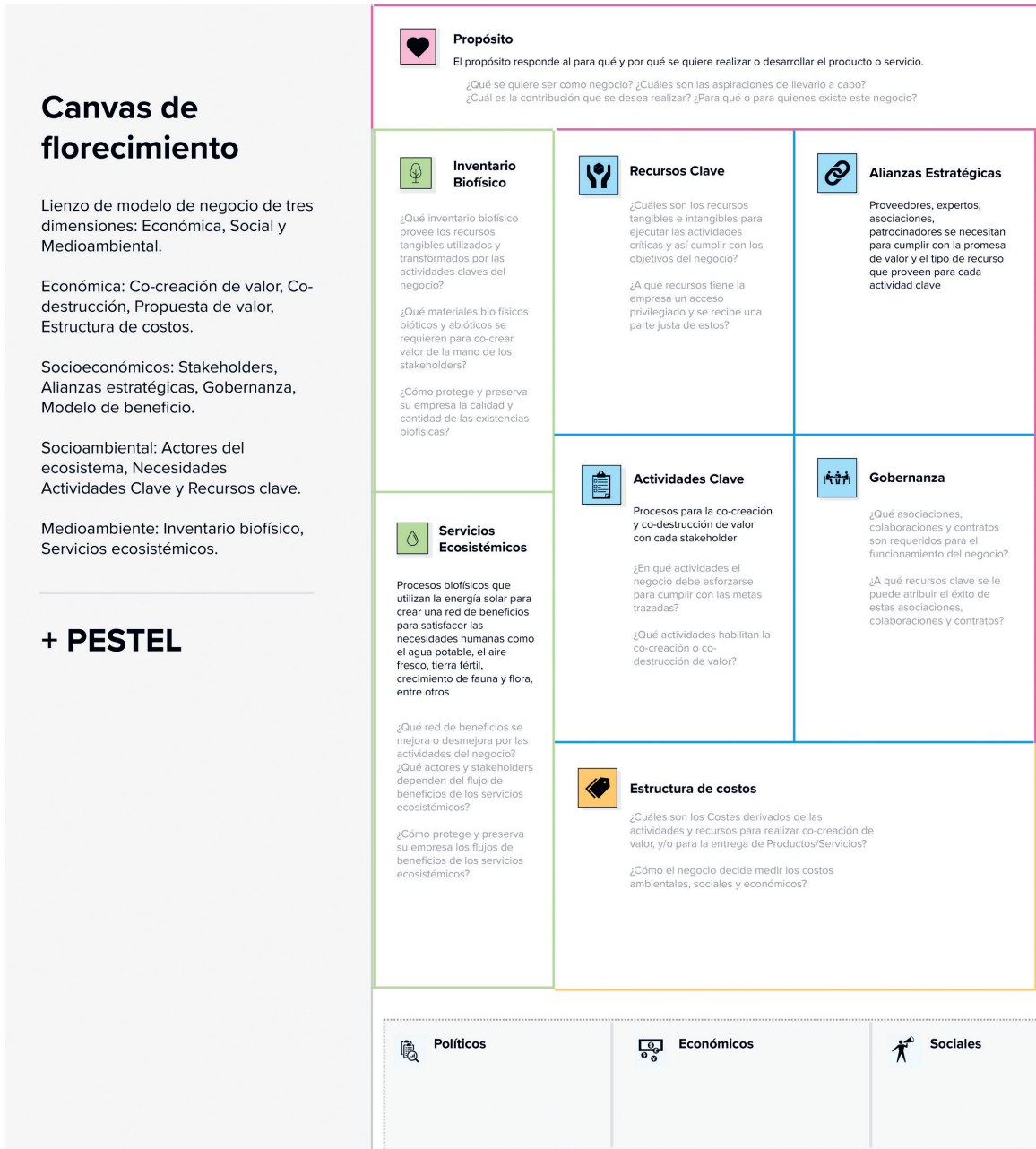













Figure 1: Methodological proposal Canvas for co-creation of NSMs. Source: Own elaboration (2023).

 <p>Co-creación de valor</p> <p>¿Qué propuestas de valor son co-creadas con cada stakeholder para satisfacer sus necesidades del ahora y del futuro?</p>	 <p>Relaciones</p> <p>Tipo de interacciones humanas que necesita el negocio para florecer y cómo se deberían desarrollar y mantener a lo largo del tiempo para su supervivencia</p> <p>¿Qué tipo de relaciones necesito establecer, cultivar y mantener con mis stakeholders a través de los canales de mi negocio para co-crear o co-destruir valor?</p>	 <p>Competidores</p> <p>Identificar los competidores principales, la intensidad de competencia en el mercado, la relevancia de la sostenibilidad en la industria y el tipo de ventaja competitiva la sostenibilidad podría otorgar al modelo de negocio en el largo plazo</p>	 <p>Actores del Ecosistema</p> <p>Individuos, organizaciones y otros seres vivos que pueden ser afectados positiva y/o negativamente por las actividades clave</p> <p>¿Quiénes y qué tendrían un interés en la existencia del negocio?</p>
 <p>Co destrucción de valor</p> <p>¿Cuáles son las propuestas negativas de valor del negocio?</p> <p>¿Qué valor es destruido por las interacciones conjuntas con los stakeholders?</p>	 <p>Canales</p> <p>¿Qué canales van a ser utilizados por el negocio para comunicar, interactuar y desarrollar las relaciones deseadas con los stakeholders?</p>	 <p>Stakeholders</p> <p>Son los emprendedores/fundadores, los clientes, empleados y sus familias, inversionistas y bancos, proveedores, la comunidad, las ONGs, los medios, los reguladores de la industria, las entidades que apoyan o amenazan la empresa, entidades del gobierno</p> <p>¿Cómo es cada actor involucrado en el negocio? ¿Qué rol cumple cada actor?</p>	 <p>Necesidades</p> <p>¿Qué necesidades fundamentales experimentan los actores y si este negocio responde a estas?</p>
 <p>Propuesta de valor</p> <p>La promesa de valor al cliente y/o comunidad de un beneficio único con el producto/servicio a ofrecer que resuelve un problemática/necesidad importante.</p>	 <p>Visión y objetivos</p> <p>Expresiones breves que describen los objetivos a largo plazo como una imagen clara de una realidad alcanzable.</p>	 <p>Modelo de Beneficios</p> <p>Flujo de beneficios monetarios y no-monetarios del negocio</p> <p>¿Cuáles son los beneficios derivados de cada Co-creación de valor, y/o para la entrega de Productos/Servicios?</p> <p>¿Cómo este modelo de negocio elige medir los beneficios de su operación?</p> <p>¿Cómo contabiliza esta empresa los beneficios sociales y medioambientales que pueden no estar monetizados?</p>	

 <p>Tecnológicos</p>	 <p>Ambientales</p>	 <p>Legales</p>
--	---	---

collaborative ideation of the bioproduct SBM and complemented with elements of the *Value Proposition* (Strategyzer) methodologies, Competitor and Strategic Alliances Analysis of the Start-Green Green Canvas and Environment Analysis of the Biomimetic Canvas (Cortés and González 2023 a).

In this way, the proposal combines the 16 traditional boxes of the Flourishing Canvas with three new elements (Business Purpose, Competitors and Vision and Mission) and the 6 dimensions of the PESTEL Analysis to put the NSM in context with the constraints and opportunities of its environment to create a Puzzle for the co-creation of the NSM (Figure 1).

This canvas was filled out with the information collected in a participatory workshop on "Brand Ideation and Value Proposition" with the Awá community of the RNLP, where the purpose, mission and vision of the business model were jointly constructed, as well as the value proposition of the bioproduct and the brand identity. During the workshop, methodological tools such as Empathy Maps and Venn diagrams were used to define and characterize the target customers and the purpose of the SBM. Additionally, the workshop was a space to develop leadership skills within the community and consolidate a core work group to establish responsibilities and roles for its implementation.

9.4 Results

Species prioritization

In order to meet the objectives of the Project, a process of prioritization of native plant species was carried out in conjunction with the Awá community of the RNLP for the development of a differential value proposition, which responds to the needs of the territory to formulate an SBM of a bioproduct. During this process, an ethno-botanical workshop was held, where 85 useful plant species were identified for the categories of food, materials, medicines, fuels, poisons, social and environmental uses; as well as the structures used (fruits, leaves, stem, root, bark, flowers, buds, seeds or whole plant).

These species were evaluated based on primary and secondary information for 3 groups of criteria: ecological-biological (abundance and productivity of the species, impact on the harvest, uses and ecological benefits); socio-cultural (associative processes, identity and cultural appropriation, traditional knowledge, and social benefits); economic-technological (existence of markets or commercialization circuits, source of employment, income diversification, avoided costs and non-monetary economic value). This set of criteria made it possible to identify useful plants native to the RNLP that in the framework of NTFP or Natural Ingredients commercialization could contribute to the development of bioproducts and NTMs based on multiple sustainability criteria in a territorial context (Murcia et al. 2023; Stockdale et al. 2019).

Subsequently, according to the level of effort required for harvesting, species were classified using secondary information for the biological-ecological and economic-technological dimensions according to their potential (Rojas and Cortés 2023): i) high: minimum effort to harvest a highly renewable NTFP (leaves, flowers or fruits) of a very productive and fast-growing species; ii) medium: medium effort to harvest NTFPs (latex, resins, gums or oils) from a species of medium productivity but diversity of uses; and iii) low: higher effort to harvest NTFPs (whole plants, roots or bark) from a species with low abundance and low productivity. As a result, the initial list of species was reduced to 4 species with high and medium potential for the dimensions evaluated: *Capsicum annuum* (Chuit), *Wettinia kalbreyeri* (Palma Gualte), *Anthurium andraeanum* (Anturio rojo) and *Croton spruceanus* (Sangre de Drago) (Rojas and Cortés 2023).

Based on surveys with the community, priority was given to Chuit (*C. annuum*) and Red Anthurium (*A. andraeanum*), given that the other two species with better performance are not abundant within the RIAPPV or the RNLV. It was concluded that chuit should be the species selected to design the bioproduct due to its superior performance in all dimensions of sustainability, and its reported diverse uses; this vision was validated through a community voting process.

Potential of the prioritized species and bioprocessing

The global bioprocess proposed for this technological development involves two stages (Figure 2), the initial one refers directly to the raw material production process, generating the installed capacity in the RNLV nursery, where the cultivable spaces are arranged for simultaneous planting in soil and in pots, which has a feedback related to the growth of the crop. Subsequently, the second stage was the raw material transformation process, which is obtained directly from the crops, here a series of bioprocesses and physical processes are generated to obtain the final products, which consist of a food bioproduct based on a chuit sauce, obtained under organic conditions and by fermentation of the liquid medium used in the formulation, and an agricultural bioproduct for the biological control of pests, obtained by a series of physical-chemical transformations.

The *C. annuum* sauce is distinguished by its flavor and ability to add a spicy touch to various dishes, it also has a biotechnological component that is the use of fermentable sugar sources for the generation of acetic acid, and is presented as a completely organic product, which from the raw material is carefully developed from an eco-friendly perspective.

The prototyping of the bioproduct was generated as an iterative process, based on characteristics such as flavor, texture, level of spiciness and visual presentation. For the selection of ingredients for this prototype, the condiments were chosen according to surveys and focus groups conducted with the Awá community, including fruits of *C. Annuum*, vinegar obtained by fermentation, salt, onion, garlic and chillangua (*Eryngium foetidum*), another native plant of the community, and then the production process of the food bioproduct was developed as shown in Figure 3.

The production process varies depending on the amount of chuit in the final product, which generates the development of three by-products (high, medium and low heat). This sauce is

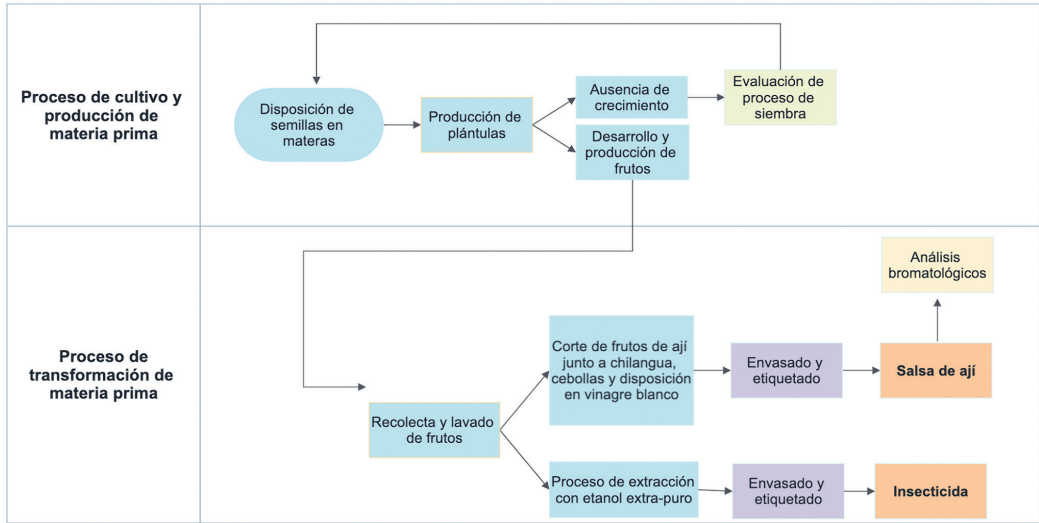


Figure 2: Overview of bioprocess for the development of bioproducts based on *Capsicum annuum*.

presented as a versatile product, in addition it has been suggested that the consumption of *C. annuum* may have health benefits, such as the reduction of gastrointestinal diseases, stimulation of metabolism and release of endorphins, being a differential bioproduct due to its organic production and its potential to generate value in the Awá indigenous people.

Although the technological sophistication of this type of process is shown as a low value-added transformation, its relevance lies in the two-way transfer of knowledge with the Awá people that allows the establishment of governance for the generation of more processes. At the same time, the commitment to have commercial products generates challenges regarding compliance with production regulations, microbiological control, quality control plan and production control.

Co-created Sustainable Business Model

Upon identifying the opportunities of *C. annuum* as a bioproduct as well as the willingness to consolidate its bioprocess in the RNL, a co-creation process was carried out with the Awá community to consolidate a differential business idea framed in sustainability by filling out the Business Flourishing Canvas (see Figure 4). Through a workshop on "Brand Ideation and Value Proposition" we sought to co-create an emblematic bioproduct of the Awá People aligned with their values and objectives as a group in search of an economic alternative.

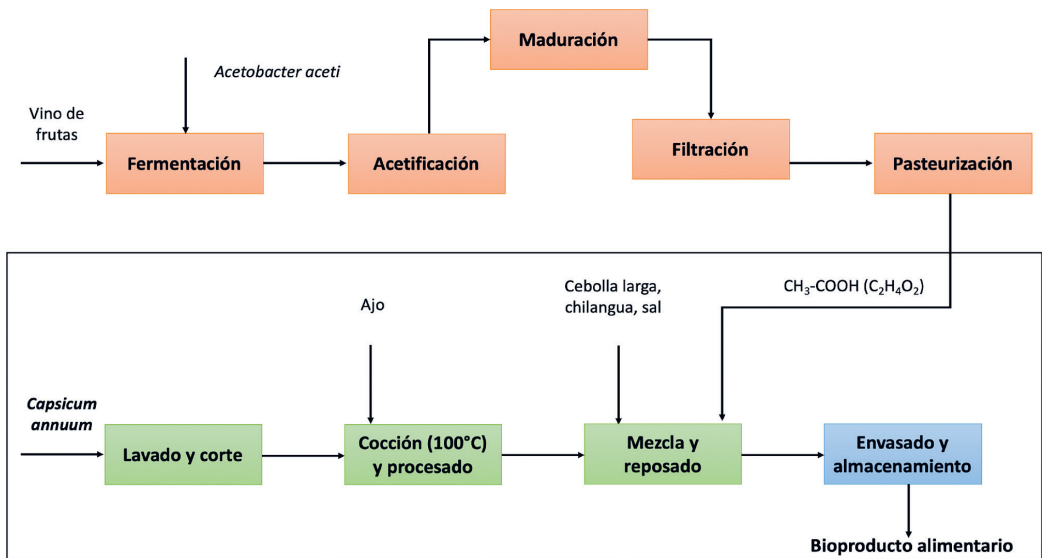


Figure 3: Process diagram for the development of a food bioproduct based on *Capsicum annuum*.

Once the recipe for the hot sauce was defined, the name, slogan, packaging and label that best reflected the proposal of the Awá business were jointly thought of. Through brainstorming with the base group, the name and slogan for the community brand were defined: "Awá Chuit, so you don't forget the posada". Similarly, an agreement was reached for the logo, label colors for the 3 hot sauces: green (low spiciness), orange (medium spiciness), and red (high spiciness). Finally, a 250 ml glass container was chosen for packaging the bioproduct.

Subsequently, together with the base group, motivators and aspirations were identified that aligned with the value proposition (prospecting) and to build the Purpose of the SBM, the intersections between the passion, mission, profession and vocation of the community were sought by answering different questions. With these results, the purpose of the community brand was consolidated into a phrase, guide and raison d'être of the SBM:

"The purpose of the Awá Chuit brand is to strengthen the use of chuit in the community through the commercialization of an ancestral and organic chili sauce recipe that is an insignia of the union of the RNLP and RIAPPV".

On the other hand, to make a detailed description of the target customer group of previously identified through a Competitive Intelligence and Commercial Surveillance study of the species and bioproduct, Empathy Maps were used as a visual tool to identify frustrations, aspirations, feelings, actions and relevant perspectives at the time of creating and capturing value. Considering that the purpose of the brand is to strengthen the consumption of Chuit in the community, the first target



Figure 4: Complete SBM Canvas for the Awá Chuit chili sauce.

el uso del chuil en la comunidad salsa de ají ancestral y orgánica que



Relaciones



Competidores

Empresas productoras de salsas picantes artesanales a base de vinagre



Actores del Ecosistema



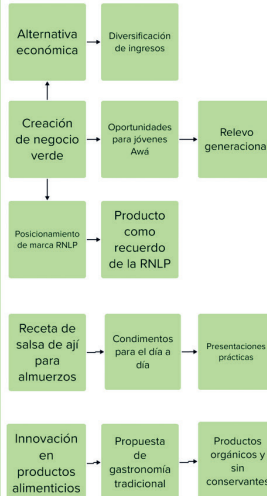
Canales



Grupos de interés



Necesidades



Modelo de Beneficios

Beneficios económicos y sociales derivados del desarrollo del bioproducto



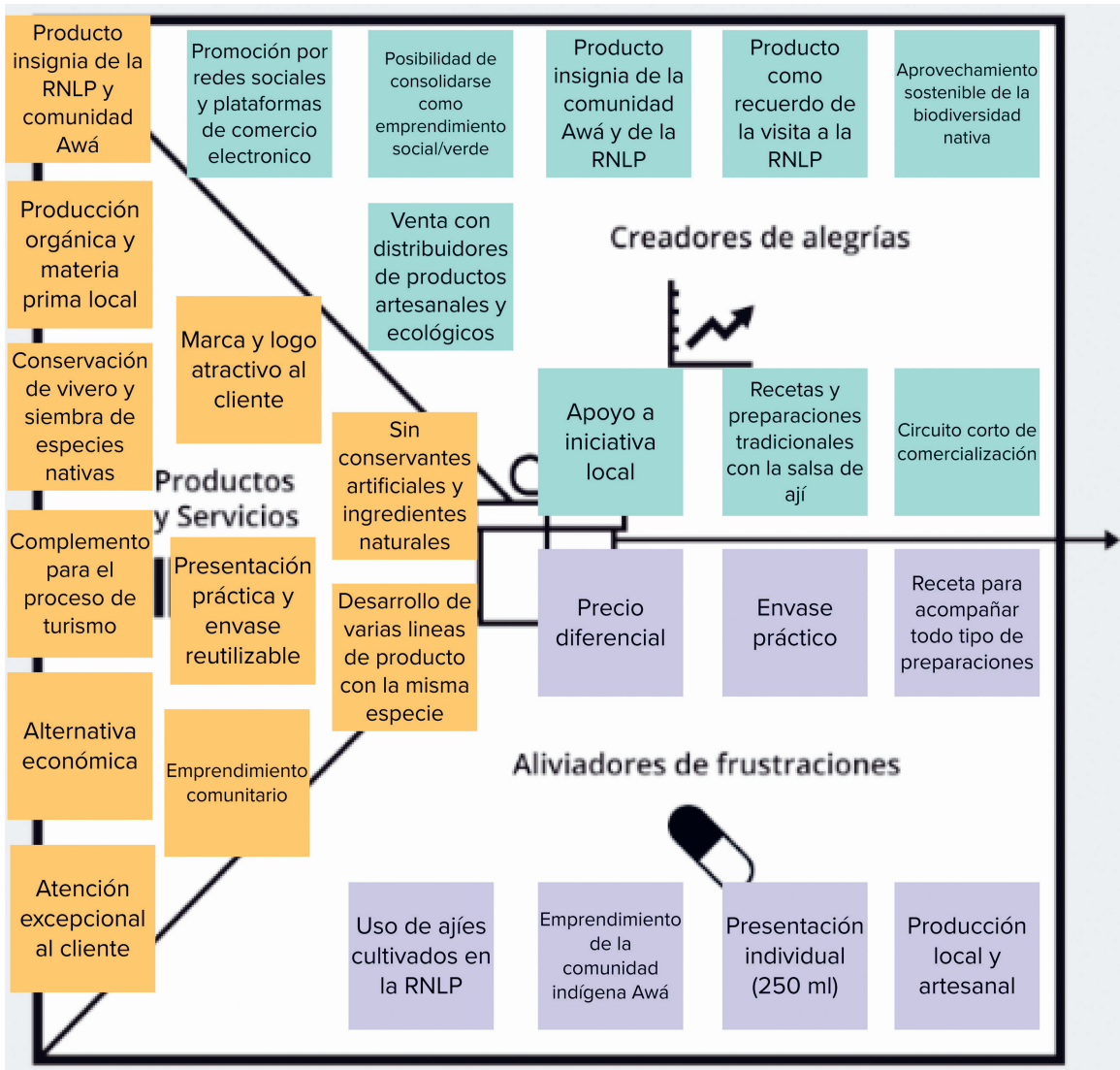
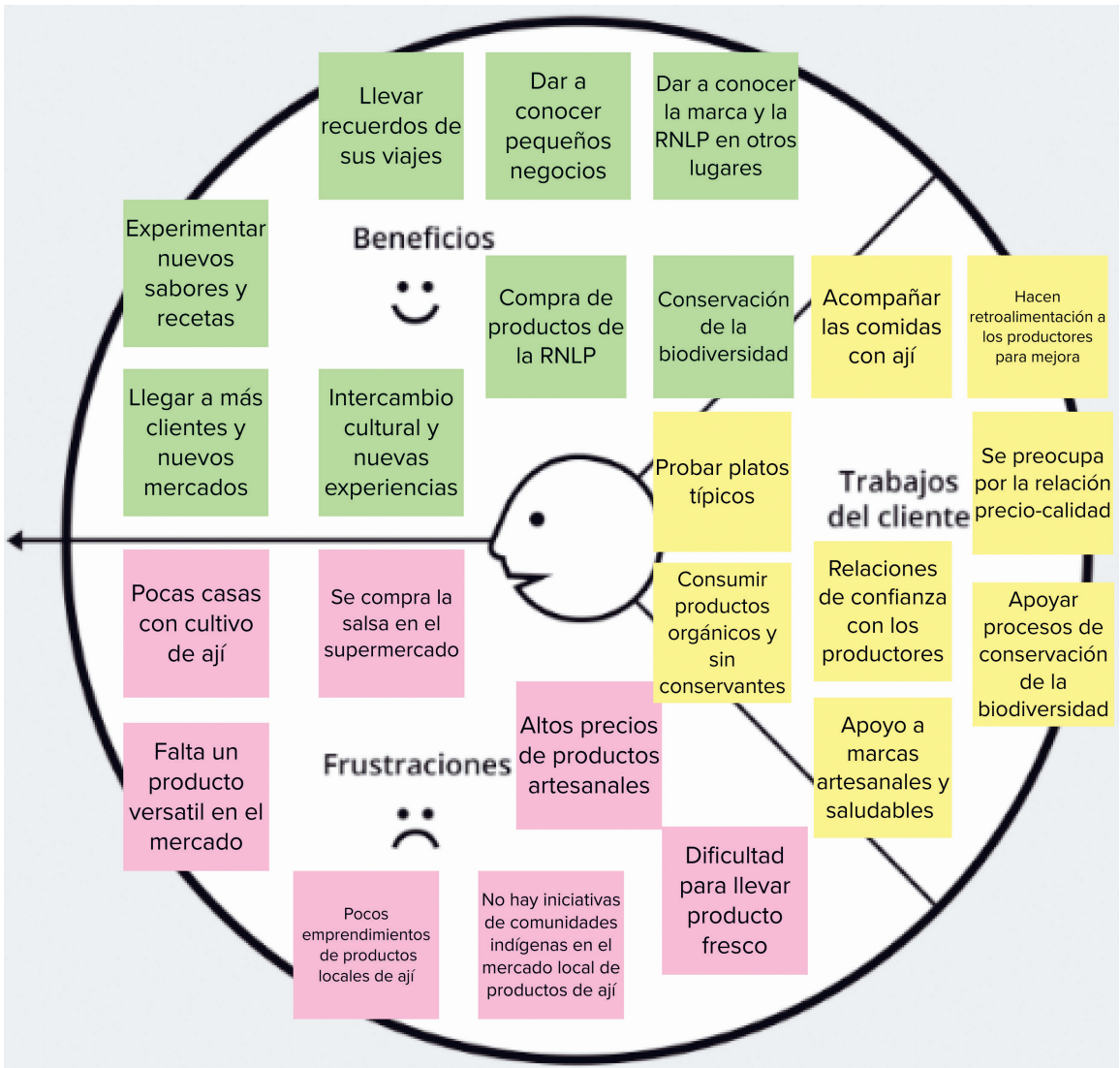


Figure 5: Value proposition for the Awá Chuit chili sauce.



customer is the Awá community (outside and inside RIAPPV). Therefore, preferences and knowledge related to chili bell pepper consumption, community concerns and possible solutions to group needs were identified. At the same time, three Empathy Maps were validated for the remaining potential clients: restaurants in Ricaurte, artisanal and ecological product stores in Pasto, and scientific and nature tourists in the RNLP.

After developing and validating the 4 empathy maps with the community, we proceeded to co-create the value proposition with the information from the previous steps. The brand purpose together with the frustrations, joys and preferences of the target customers, are the inputs to make the product-target market fit (see Figure 5). In a brainstorming session, the Value Proposition template for the *Awá Chuit* brand was completed, which consolidates how the bioproduct is an innovative and differential proposal that generates added value for the target customers with a positive environmental and social impact:

"Our artisanal sauce 'Awá Chuit', made from chili pepper and vinegar, is presented as an ideal option for restaurants, distributors of organic products and tourists looking for an authentic gastronomic experience, based on natural ingredients and without preservatives. This sauce not only complements a variety of recipes, but also supports an enterprise rooted in the Awá community, thus promoting the conservation of the emblematic cloud forest in the RNLP".

Taking into account that the purpose is the heart of the SBM, it was used to define the vision (*how far do we want to go?*) of the community process and the definition of success of the SBM. For the Awá community, the success of the model consists of the brand being a collective enterprise, emblematic of the RNLP and that its "Awá Chuit" sauces are consumed within the RIAPPV, in the RNLP restaurant and by the Awá community itself. In the long term, the vision focuses on consolidating a growing SBM that fosters cooperation and cultural strengthening of the Awá People. "Awá Chuit" will offer a portfolio of products derived from the Chuit (chili pepper), highlighting its differential value proposition with economic, environmental and social benefits. This local and organic brand will expand regionally, nationally and internationally, contributing to the sustainability and recognition of the Awá community and the RNLP.

This mission and vision is aligned with different specific economic, social and environmental objectives established by the participants and the technical team: concretizing sales to target customers (tourists, local restaurants and ecological stores); the search for the break-even point through the diversification of sales channels, strategic alliances and digital marketing strategies, ensuring the financial viability of the SBM; consolidating the base working group, inclusion of new people in the process and strengthening the brand in the community to create clear commitments and expand production capacity to contribute to the welfare of the community; protection of the environment through organic production (nursery), the use of waste and environmental education of the community.

In order to meet these objectives, the importance of a strong community organization was stressed during planning for the development of the bioproduct. The members of the core group emphasized the need to continue with the current participants before incorporating new members, who agreed to learn about all stages of the process and to work together on the nursery, production and marketing activities. In addition, monthly joint work meetings were arranged, as well as weekly follow-up of activities. Finally, it was proposed to coordinate and communicate constantly with other RNLP and RIAPPV projects once the process was consolidated.

9.5 Discussion

The project sought to strengthen the cultural identity of the Awá people through the creation of the *Awá Chuit* brand from the RNLP, a key place for the identity of the community as a site of conservation and connection with their ancestral heritage. The RNLP plays an essential role in the protection of biodiversity and EESS in the region, which is why the creation of economic alternatives that take into account the livelihoods of the community and reinforce the organizational processes of the RIAPPV is considered important. At the local level, chuit is a crop with deep cultural ties; it is grown without chemicals and is used for family self-consumption; however, production is limited despite its economic potential.

The productive and commercial process around the bioproduct is limited by the organizational capacity within the RIAPPV community; currently there are no governance schemes for the productive processes at the local level. Strengthening governance is a mandatory step for the consolidation of the proposed NSM, so strategic alliances are vital for the continuation and survival of the community business in the long term. Similarly, investment in equipment is required to establish fair and equitable distribution schemes for the benefits derived from the harvesting of the species that guarantee returns to conservation and the well-being of stakeholders.

On the other hand, the existence of a regional and national market, where vinegar-based chili sauces are in demand by establishments and tourists, creates a window of opportunity for the future scaling up of the SBM. At the same time, being a proposal with a social and environmental focus, it is appealing to a group of customers with purchasing power who are willing to pay a higher price for a community product, ecological and with natural ingredients. This makes it possible to access new markets and generate additional income for the Awá community, in addition to promoting the consumption of the species inside and outside RIAPPV.

The success of the NSM is also determined by the human interactions around the value chain and the production process. To generate a truly co-created SBM, active participation is required not only from the core group of the Project, but also from the different stakeholders for the formulation or validation of the business proposal. For the SBM with the Awá community, the non-imposition of species at the time of prioritization as well as the co-creation of the brand identity (name, slogan, label, mission and vision) was key to incorporate the Awá values, visions, aspirations and knowledge to the model.

Beyond this, the consolidation of human relations is of vital importance for the development and success of each division of the business, where cooperation, commitment, respect for agreements and transparency are key to fulfilling the mission and vision of the brand. Thus, the co-creation process involved working together horizontally to devise, propose and execute, so that all members of the core group have a voice and vote in decision-making and the opportunity to participate in each stage of the process.

The sustainable use of biodiversity offers exceptional perspectives and unique opportunities for the creation of a differential value proposition. This strategy not only has the potential to contribute to the indigenous community with additional income, but also promotes the conservation of the natural environment and cultural heritage. By generating bioproducts with a sustainable approach based on native plants of the Awá People, a distinctive approach is generated for consumers and markets, thus fostering responsible trade that benefits both the community and the environment.

Lastly, although initially there are bets on processes with low added value in the transformation of the biological resource, the formative component of this type of process is the one that generates the greatest influence on the governance of the community, allowing in the future the promotion of more complex projects with greater economic gain for the communities.

9.6 Recommendations and lessons learned

- 1) The biotechnological bet with the Colombian indigenous communities should be carried out within a strategic framework that is more challenging and proactive, which involves more elaborate processes with a greater generation of added value, which brings with it a greater technological offer in their bioproducts. Specifically, the Awá People have a traditional knowledge regarding transformation processes of their raw material that allows generating sophistication in the processes, an example of this is to reach intermediate transformation levels of the chuit as extracts or encapsulated products.
- 2) For the success of the chili pepper bioproduct SBM, it is crucial to actively involve more members of the Awá community in decisions and to establish effective communication with RIAPPV authorities. In addition, long-term alliances should be forged with like-minded organizations and companies in sustainability and conservation to promote and finance future stages and scale-up of the business.
- 3) One of the main barriers to the successful implementation of the designed SBM is market access; therefore, it is essential to promote short distribution channels through alliances with local markets, restaurants and organic stores. This will reduce intermediaries, strengthen the connection between producers and consumers, and guarantee fair and transparent prices.
- 4) Anchoring the bioproduct chain with the tourism chain is an opportunity to reach target customers and new market segments. As a flagship product of the RNLP, the sauce will be sold in the gift store and a tasting with community preparations or a "Chuit experience" involving the production process and participation in related activities can be contemplated within the framework of the RNLP's tourism services.

- 5) Sharing authentic stories about the Awá community, the production process and conservation values on social media can highlight the purpose behind the product. This content should use good quality photographs and videos to show the different stages of the process, the bio-cultural attractions of the RNLP and the Awá Chuit brand.
- 6) Leverage the marketing and social media platforms of the RNLP and the *Awá Chuit* sauce business to mutually promote both community products. This will increase visibility and attract visitors interested in the gastronomic experience and conservation.
- 7) The generation of continuity in projects and processes linked to the biotechnological transformation of natural resources is essential to ensure greater economic development and sophistication of the processes of indigenous peoples. This continuity in budgetary and technical support is a strategy that provides support to communities such as the Awá People to allow a real establishment of bioeconomy models based on sustainability, otherwise, it generates scenarios where the culmination of the processes is not guaranteed to ensure economic gains and motivation for the generation of new processes.

9.7 References

- Aguilar-Gómez, D. C., J. J. Cruz-Medina, J. D. Sánchez-Vargas and S. E. Torres-Cháves. 2016. New forms of transnational resistance: the Awá struggle, 2009–2014. *International Law: Colombian Journal of International Law* 29: 9–56. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.il14-29.nfrt>.
- Biodiversity Information System of Colombia (SIB Colombia). 2020. Historical biological records. In: La Planada Nature Reserve and El Resguardo Pialapi Pueblo Viejo as of December 31, 2019.
- Biointropic. 2018. Study on Bioeconomy as a source of new industries based on Colombia's natural capital No 1 240 667. Phase I. Retrieved from: <https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/ejes-tematicos/Bioeconomia/informe%201/ANX1.%20An%C3%A1lisis%20mercado%20internacional%20BIO.pdf>.
- CAMAWARI – Cabildo Mayor de Ricaurte. 2002. Plan de Vida Awa, Tuntu Awa Puram. Ricaurte, Nariño. 48pp.
- Canales, N. and J. Gómez González. 2020. Policy dialogue on bioeconomy for sustainable development in Colombia. SEI Report, May 2020. Stockholm Environment Institute (SEI), Bogotá.
- Chinchilla, P. C. and I. A. de la Rúa. 2018. Bioindustries in the bioeconomy environment: needs, opportunities and benefits. *Mediterráneo económico* (31): 203–217.
- Chon, S. H., E. Champion, L. M. Geddes-Mccowan, P. McNaughton and R. A. Eady. 2017. Capsaicin in dermatology. *International Journal of Dermatology* 56 (8): 827–834.
- Clark, D. P. and N. J. Pazdernik. 2015. Biotechnology. Newnes. ISBN: 9780 123850 157.

Cortés and González. 2023 a. Document with the systematization of the methodological tools and techniques applied. Project subscribed between the Humboldt Institute and the Justus Liebig Gießen University.

Cortés and González. 2023 b. Sustainable business model co-created with the Awá community of the La Planada Nature Reserve for the development of a vinegar-based chili sauce bioproduct. Project subscribed between the Humboldt Institute and Justus Liebig Gießen University.

Diazgranados, M., D. Hammond, M. T. Rojas, K. White, M. Mira, C. Castellanos-Castro, C. Gutiérrez and T. Ulian. 2022. The Useful Plants and Fungi of Colombia (UPFC) project: delivering botanical knowledge to support conservation and sustainable development. In: Catalogue of Useful Plants of Colombia, edited by R. Negrão et al., 21–33. London: Royal Botanic Gardens, Kew Publishing.

Diazgranados, M. 2022. A taxonomic summary of useful plants in Colombia. In: Catalogue of Useful Plants of Colombia, edited by R. Negrão et al., 135–147. London: Royal Botanic Gardens, Kew Publishing.

DNP. 2018. Green Growth Policy (CONPES 3934 Documents). National Planning Department, pp. 114. Bogota, D. C.: Departamento Nacional de Planeación. Retrieved from: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Economicos/3934.pdf>.

FAO. 2018. Biodiversity and Bioeconomy: Generating economic benefits and conserving natural resources in Colombia. Retrieved from: <http://www.fao.org/3/i8577es/i8577ES.pdf>.

Goni, F. A., A. Gholamzadeh Chofreh, Z. Estaki Orakani, J. J. Klemes, M. Davoudi and A. Mardani. 2021. Sustainable business model: A review and framework development. *Clean Technologies and Environmental Policy* 23: 889–897. <https://doi.org/10.1007/s10098-020-01886-z>.

Government of Colombia. 2020. Bioeconomy for a Living and Diverse Colombia: Towards a Knowledge-Driven Society. Retrieved from: https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/paginas/bioeconomia_para_un_crecimiento_sostenible-qm_print.pdf.

Green Business Office. 2023. Green Business. Ministry of Environment and Sustainable Development. Retrieved from: <https://www.negociosverdes.gov.co/oficina-de-negocios-verdes/>.

Kim, S., S. Park, J. Kim, C. K. Lee and J. Yoon. 2001. Antioxidant and antimicrobial activities of capsaicinoids and capsinoids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49 (5): 2161–2165.

Kor, L. and M. Diazgranados. 2023. Identifying important plant areas for useful plant species in Colombia. *Biological Conversation* 284: [110 187]. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2023.110187>.

- Linares, P., J. C. Cruz and A. González. 2021. Bioeconomy in Colombia: current situation, challenges and opportunities. *Gestión y Ambiente* 24 (1): 93–114.
- Ministry of Education. 2018. General statistics on higher education – 2018. Retrieved from: https://www.mineducacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/articles-212352_galeria_21.xlsx.
- Ministry of Health. 2022. Cifras del aseguramiento en salud. Retrieved from: <https://www.minsalud.gov.co/proteccionsocial/Paginas/cifras-aseguramiento-salud.aspx>.
- Minambiente – Ministry of Environment and Sustainable Development, Colombia. 2022. National Green Business Plan 2022–2030. Inter-American Development Bank (IDB), Biointropic and Corporación Biocomercio Sostenible.
- Minambiente – Ministry of Environment and Sustainable Development, Colombia. 2023. Official site of the Ministry of Environment and Sustainable Development of Colombia. <https://www.minambiente.gov.co/>.
- Murcia, M., C. Cortés, M. T. Rojas Rueda, R. Acuña, B. Amaya, L. Arce, C. Bernal-Mattos, C. Consuegra, et al. 2023. Toolbox for the Valorization of Biodiversity and Ecosystem Services. Alexander von Humboldt Biological Resources Research Institute.
- Ortiz, L. P. 2022. Characterization and analysis of socioeconomic information of livelihoods and socio-productive systems present in the La Planada Nature Reserve and the Pialiapí Pueblo Viejo Resguardo. Project "Design and testing of a social innovation strategy of scientific nature tourism in ancestral Awá territory in the department of Nariño". Resguardo Indígena Awá Pialiapí Pueblo Viejo, Humboldt Institute and University of Nariño, 121 pp.
- Pal, S., S. Deshmukh and V. Kalia. 2010. Evaluation of capsaicin as a natural insecticide against agricultural pests. *International Journal of Pest Management* 56 (3): 247–252. doi:10.1080/09670870903502810.
- Park, S. Y., S. S. Lim, Y. J. Ko, D. J. Park and S. H. Lee. 2015. Capsaicinoids enhance quality and microbial safety of sliced peppers (*Capsicum annuum* L.). *Scientia Horticulturae* 192: 430–434.
- Ramírez-Mejía, J. M. 2023. Opportunities and barriers for the commercial exploitation of biodiversity species through the ideation and co-creation of a viable bioproduct. Project subscribed between the Humboldt Institute and Justus Liebig University Gießen.
- RIAPPV – Resguardo Indígena Piali-Pí Pueblo Viejo. 2021. Plan de Vida Resguardo Indígena Piali-Pí Pueblo Viejo, 97 pp.

- Rincón-Bermúdez, S., J. Toro and J. Burgos. 2009. Guidelines for the evaluation of biodiversity criteria in environmental studies required for environmental licensing. Biodiversity and environmental impact studies. Elements for evaluators. Alexander von Humboldt Biological Resources Research Institute and Institute of Environmental Studies of the National University of Colombia. Bogotá D. C., Colombia, 124 pp.
- Rojas, M. T. and C. A. Cortés. 2023. Prioritization of potential useful plant species for the Bioeconomy in La Planada Natural Reserve (Nariño). Project subscribed between the Humboldt Institute and Justus Liebig University Gießen.
- Ruiz-Perez, M., B. Belcher, R. Achdiawan, M. Alexiades, C. Aubertin, J. Caballero, B. Campbell, et al. 2004. Markets drive the specialization strategies of Forest Peoples. *Ecology and Society* 9 (2): 4. <https://doi.org/10.5751/es-00655-090204>.
- Santodomingo, F., C. Bernal-Mattos., R. Ortiz, F. Guanga, A. García., Resguardo Indígena Awá Pialapí Pueblo Viejo, C. Arias and T. Paz. 2023. #NKAL SAK AWA SU. Dialogue between La Planada Natural Reserve and the Katsa Su. Bogotá, Columbia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. <http://hdl.handle.net/20.500.11761/36183>.
- Santodomingo, A. F., D. R. Pérez, C. Bernal, C. Arias, D. Lara, T. Paz, J. Torres and X. Galeano. 2022. Baseline generated socioecological information of the study area: Reserva Natural La Planada. Project "Design and testing of a social innovation strategy of scientific nature tourism in ancestral Awá territory in the department of Nariño". Resguardo Indígena Awá Pialapí Pueblo Viejo, Humboldt Institute and University of Nariño, 227 pp.
- Shackleton, C. M., T. Ticktin and A. K. Pandey. 2015. Introduction: the need to understand the ecological sustainability of non-timber forest products harvesting systems. In: *Ecological Sustainability for NonTimber Forest Products: Dynamics and Case Studies of Harvesting*, edited by C. M. Shackleton, A. K. Pandey and T. Ticktin, 3–11. Oxon and New York: Routledge.
- SINCHI. 2017. Successful experiences in the Colombian Amazon: Strategies for bioeconomy and sustainable management of natural resources. Retrieved from: https://sinchi.org.co/estrategias_bioeconomia.pdf.
- Steinhoff, M., F. Cevikbas, A. Ikoma, T. G. Berger and S. Trivedi. 2018. Role of the neuropeptide CGRP in dermatology. *Experimental Dermatology* 27 (5): 390–395.
- Stockdale, M., B. Lopéz and J. Blauert. 2019. Sustainable community-based management of non-timber forest products. A manual for Latin America. ISBN: 978–607–502–709–6.
- UNIDO. 2015. Commercial and economic dynamics of the cosmetics and natural ingredients sector in Colombia. Retrieved from: https://www.unido.org/sites/default/files/files/2019-02/Informe_02_Onudi-2015-Web_Dinámica.pdf.

- Wahlén, C. B. 2017. Opportunities for making the invisible visible: Towards an improved understanding of the economic contributions of NTFPs. *Forest Policy and Economics* 84: 11–19. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2017.04.006>.
- Whiting, S., E. Derbyshire and B. K. Tiwari. 2012. Capsaicinoids and capsinoids. A potential role for weight management? A systematic review of the evidence. *Appetite* 59 (2): 341–348. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2012.05.015>.

10 Aquaponics as an exercise of integrated sustainability: Beyond social, environmental and economics

Jenny Leal Flórez

Grupo de Investigación en Sistemas Marinos y Costeros – GISMAC, Universidad de Antioquia, Campus Ciencias del Mar, Turbo, Urabá, Antioquia, Colombia

Center of Excellence in Marine Sciences (CEMarin), Bogotá, Colombia

Fabio E. Castaño Rivera

Grupo de Investigación en Sistemas Marinos y Costeros – GISMAC, Universidad de Antioquia, Campus Ciencias del Mar, Turbo, Urabá, Antioquia, Colombia

Mónica L. Álvarez Mateus

Universidad Cooperativa de Colombia, Campus Apartadó, Urabá, Antioquia, Colombia*

With editorial contributions from Claudia Wilke

10.1 Introduction

Despite having territory in two of the planet's great oceans, fishing and aquaculture in Colombia are not prioritized in the forefront of economic activities, unlike in other countries. Instead, they are largely perceived as "male" and low-income activities. Consequently, those engaged in these sectors

* *Recommended citation:*

Leal Flórez, J., F. E. Castaño Rivera and M. L. Álvarez Mateus. 2024. Aquaponics as an exercise of integrated sustainability: Beyond social, environmental and economics. In: *Equitable and sustainable use of bioresources in Colombia: From concept to practice*, edited by K.-Z. Lee, A. M. Aguirre Cañas, D. Morales and C. Bernal-Mattos, pp. 256–262. Stuttgart: Fraunhofer Verlag. <https://doi.org/10.24406/publica-3321>.

lack sufficient support and union organization structure to actively participate in discussions and decisions regarding the country's development policies. Despite Colombia's geographical advantage of having over 50% of its territory covered by seas and rivers, there is a notable absence of clear, sustainable policies for managing its aquaculture and fishing resources. This deficiency is evident in the significant changes observed in the governing entities of the fishing and aquaculture sector over the last three decades, the declining allocation of budgetary resources to the sector, and the increasing degradation of water sources and associated ecosystems throughout the country (Leal-Flórez et al. 2017).

The Urabá subregion is a strategic area for port development, with high productive and trade potential. It is home to some of the best lands in the Antioquia department, which gave rise to banana production and exportation, an agro-industrial development that generated significant labor demand, as well as national and foreign investment (Gaviria and Muñoz 2007). However, Urabá is the second subregion with the highest percentage of displaced persons (20.3%) in Antioquia, as well as the highest forced land abandonment, accounting for 15.2% of the department's total, equivalent to 3,336.4 hectares (Gaviria and Muñoz 2007). This situation means that the vast majority of the population with agricultural occupation (including fishing and aquaculture), besides being considered vulnerable, has restricted access to lands of adequate size (minimum 5 hectares) to implement profitable land crops. In this context, the University of Antioquia, along with key partners such as ColombiaCONNECT and CEMarin, has undertaken the task of generating new knowledge to propose an agricultural model that, besides being highly productive and profitable, is inclusive, portable, comprehensive, sustainable, and applicable on small plots of land from 500 square meters onwards.

Additionally, this agricultural model is oriented towards technologies that ensure better water quality for aquaculture production, including systems such as water recirculation (RAS) and aquaponics. These technologies collectively operate with 90% less water than traditional systems to produce 1 kg of fish, capable of achieving high stocking densities exceeding 60 kg/m³. Moreover, the reduced water usage is a significant benefit for fish production: while traditional fish farming relies entirely on an external water source whose physical, chemical, and microbiological conditions are often largely beyond the system's control, with these closed-loop technologies, these external factors can be completely controlled (Bregnballe 2015).

Aquaponics presents technical qualities that suit the particular circumstances of coastal populations. This system combines fish and vegetable cultivation in artesian water recirculation systems, in sizes adjustable to the available space and in relatively short periods (12 to 15 months). The technical aspects related to production and health are resolved by working with species proven to be well-adapted for aquaculture production, and although implementation costs may be high, they are offset once economic equilibrium is reached due to tangible and intangible benefits of high value, such as: 1) requiring minimal personnel with adequate training for operation, 2) providing direct access to a more comprehensive food source (animal protein and high-nutrient vegetables), 3) combining fish and plant production, reducing harvest times and increasing productivity due to system conditions, 4) integrating production with other farm activities to combine with other

productive activities such as animal rearing fed by system products, which in turn return organic matter to the system, 5) exploring local and specialized external markets in clean production and fair trade, which typically pay higher prices to producers, and finally 6) the versatility of the model allows for experimentation with new species according to the requirements of target markets.

In addition to the above, being a dual-purpose production scheme (fish and plants), family economy diversifies, favoring economic inflows and improving cash flow, which is the greatest obstacle to the survival of small-scale agricultural enterprises. Furthermore, aquaponics is twice as productive per square meter as traditional agriculture, being an organic production system highly efficient in water usage, technically viable, and above all, environmentally sustainable.

In the Urabá region, women find it more difficult to access employment compared to men. In the Subregion Urabá Development Profile developed by the University of Antioquia (2020), the female unemployment rate for 2019 was with 24.2% double the size of males, similar to the data reported in the socio-economic report of the Urabá Chamber of Commerce (2020), where the female unemployment rate is 15% while the male rate is 8.4%. This situation becomes alarming when considering that, as a consequence of the country's armed conflict, many women in Urabá have lost their partners, children, or other loved ones, suffering from various types of violence that have emotionally scarred them without the opportunity to heal as they must assume leadership roles within their families.

With all this in mind, and drawing from over 15 years of participatory work with coastal communities advocating for the conservation and sustainable use of the region's natural resources, the University of Antioquia, in partnership with ColombiaCONNECT, CEMarin, and other local institutions such as SENA, has established an integrated sustainability laboratory at the Tulenapa campus in Carepa. This space focuses on training for the implementation of aquaponics as a tool that not only provides technical education but also offers psycho-social support for the empowerment of vulnerable populations (e.g., victims of Colombia's armed conflict), with a special emphasis on single mothers who see aquaponics as an opportunity for business and personal growth.

For this purpose, the laboratory is equipped with an aquaponic system consisting of six fish tanks, each with a capacity of 4 m³, capable of producing 180 kg of fish monthly, and five hydroponic beds measuring 20 m² each for vegetable production. Additionally, being located within the facilities of the Tulenapa campus, which also serves as a field station for the University of Antioquia, provides not only suitable spaces for academic activities such as classes, conferences, and meetings but also accommodations and recreational areas. All of this allows the laboratory to be an appropriate venue for technical training and support in various aspects.

Taking into account the circumstances of single mothers, the integrated sustainability laboratory facilitates a part-time work schedule in blocks, one in the morning and one in the afternoon, allowing these women to continue attending to their household duties. Additionally, the laboratory provides not only technical training in all aspects related to aquaponics but also psycho-social

support through activities that contribute to participatory empowerment, understanding of teamwork, common good, and tolerance of failure, among others, enabling women to overcome personal and familial obstacles. This psycho-social support is understood as an approach to the "processes that influence people's social relationships and are in turn influenced by social circumstances and involve sub-processes of a cognitive, emotional, and motivational nature that have behavioral consequences" (Montero 2004). Therefore, it is in these sub-processes where the provided support is focused, which has also served as a means to create appropriate spaces for strengthening the socio-emotional fabric, where some women have experienced deep intrapersonal processes, such as healing traumatic events at the family and personal levels caused by the armed conflict and all its implications, such as displacement and forced disappearance. These traumatic experiences have been framed by sexual, psychological, and physical violations, as well as unresolved grief, which in most cases, pose possible obstacles to personal development and improving quality of life.

10.2 Achievements

In the midst of the pandemic in 2021, when universities in Colombia had not yet opened to the public for in-person activities, we began setting up the integrated sustainability laboratory at the agroecological studies headquarters of the University of Antioquia, known as Tulenapa, located in the municipality of Carepa in the Urabá region. In addition to the inherent difficulties of remote learning, which was entirely new to us, we faced an unexpected increase in prices due not only to the pandemic but also to a series of social conflicts that arose at both national and global levels, the failure of commitments from the municipality of Turbo, which was an initial ally of the laboratory, and the consequences of a persistent La Niña phenomenon that subjected us to almost four consecutive years of rainfall.

Our first significant achievement is that we persisted and successfully launched the laboratory, managing not only to emulate similar conditions to those encountered by coastal communities in their environment but also to involve a group of five women. Although the group is small due to all the mentioned difficulties, they showed great interest in our proposal.

The second achievement was that this group of women remained steadfast throughout the waiting period until the laboratory reached economic equilibrium, allowing fish and vegetable production to cover the operating expenses of the system to initiate the long-awaited stage of job creation, which would directly benefit these women.

A third achievement, perhaps one of the most important, is that through psycho-social support work, these women gained greater awareness of their emotional wounds and scars, as well as the possibilities for personal growth that they themselves could create, allowing them to envision ways to overcome the pains and sorrows accumulated from many years of violence. This is one of the many ways to achieve peace.

The fourth achievement, another significant one, is that in addition to the mentioned group of women, the Federation of Artisanal Fishermen and Aqua culturists of the Gulf of Urabá-Darién (FEDEPESGUDA) was also involved, exchanging technical experiences with the project staff.

10.3 Lessons learned

In addition to the unforeseen circumstances already mentioned, one of them drastically affected the continuity of the project and the economic impact expected to have on the group of participating women: in February 2023, an external human error caused the sudden death of over 80% of the fish during the initial stage of achieving economic self-sustainability, resulting in the loss of the achieved balance both economically and biologically within the system. Since there was not enough savings to deal with the emergency, this forced the project to close to the public and cease activities with the group of women, as their economic situation required immediate financial support that the project could no longer provide.

Although this accident seemed to have ended the laboratory, the relationships established with FEDEPESGUDA allowed production and technical training activities to continue until harvesting all existing fish and vegetables in December 2024, thanks to the voluntary work of several of its members.

Several lessons can be derived from the achievements and difficulties:

- Sustainability can be called integrated when it includes not only the traditional three pillars (environmental, social, and economic) but also a fourth, which is cross-cutting and sometimes imperceptible: the emotional aspect, concerning the individual as the sum of body, mind, and soul. If humans are not strengthened internally, spiritually and emotionally, it is difficult for them to achieve true interaction with their community (social), their physical environment (environmental), and the economic system, so that any process they undertake can be sustained harmoniously over time.
- The integrated sustainability laboratory aims to emulate conditions similar to those experienced by people in participating communities, which are typically located in places with little or no access to technologies. However, it is undeniable that current technological advancements can allow for the choice of some simple and inexpensive ways to automate the monitoring of physical, chemical, and biological variables and include remote alarms that would have allowed better preparation to address the human error that caused the fish mortality mentioned. So, a new challenge for the laboratory, in addition to researching new cultivable species, is innovation with technologies that adapt to the conditions experienced by single mothers and their communities.
- While the economic pillar is crucial in sustainability, the experience gained from empowering the group of women and the unwavering commitment of the communities teaches us that the pillars of emotional, social, and environmental aspects are fundamental and form the basis for ensuring economic sustainability.

10.4 Final considerations

While Colombia has made progress in ensuring gender equality, it is important to note that there is still inequality faced by women compared to men in multidimensional challenges throughout the life cycle, and these are exacerbated according to the characteristics and conditions of the territory and the different social groups to which the woman belongs (CONPES 2022). For this reason, it is important to continue implementing and strengthening through experiences of integrated growth, such as the project at hand, because it provides solutions to multidimensional problems in economic, psychological, educational, social, and environmental aspects, while also contributing to the achievement of Sustainable Development Goals 2 (zero hunger, food security, and sovereignty), 5 (gender equality), 13 (water action), and 14 (life below water), among others.

This project not only contributes to the achievement of sustainable development goals but also contributes to strengthening state policy whose legislative agenda seeks to strengthen women's rights mainly in employment opportunities, entrepreneurship, and educational access. This means that women have the opportunity to generate more economic income (CONPES 2022), which in turn allows for the enhancement of means or forms to meet fundamental basic needs, such as survival, protection, understanding, affection, creation, participation, and freedom (Neef et al. 2006). It is important to note that in this laboratory, in relation to the psychosocial component, the fundamental basic needs of the participating women are not seen as deficiencies but as potentialities through which women have the possibility to undergo processes of unlearning and relearning that allow the transformation of their realities, thus contributing to the construction of peace, not only at the individual level but also at the level of their family group, their community, and the environment in which they interact.

10.5 References

- Bregnballe, J. 2015. A Guide to Recirculation Aquaculture. An introduction to the new environmentally friendly and highly productive closed fish farming systems. The Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and EUROFISH International Organization, 93 pp.
- Consejo Territorial de Planeación de Antioquia – CTPA. 2020. Perfil de Desarrollo Subregional. Subregión Urabá de Antioquia, 44 pp.
- Documento Conpes. 2022. Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) 4080 de 2022. Por la cual se adopta la Política Pública de Equidad de Género para las Mujeres: Hacia el desarrollo sostenible del país. 18 de abril de 2022. Retrieved from: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%3%B3micos/4080.pdf>.
- Gaviria Garcés, C. F. and J. C. Muñoz Mora. 2007. Desplazamiento forzado y propiedad de la tierra en Antioquia, 1996–2004. *Lecturas de Economía* 66: 9–46.

- Leal-Flórez, J., et al. 2017. Lineamientos Prioritarios para la Formulación de un Ordenamiento Pesquero del Golfo de Urabá – LOPEGU. Informe Técnico del Convenio especial de investigación para la cooperación No. 4600000983. Universidad de Antioquia – Gobernación de Antioquia. Turbo, Antioquia.
- Montero, M. 2004. Introducción a la psicología comunitaria. Desarrollo, conceptos y procesos. Editorial Paidós. Buenos Aires, Argentina. ISBN: 950-12-4523-3.
- Neef, M., A. Elizalde and M. Hopenhayn. 2006. Desarrollo a escala humana: conceptos, aplicaciones y algunas reflexiones. Icaria Editorial. ISBN: 84-7426-217-8.

11 Workshops in ColombiaCONNECT: The importance of face-to-face meetings in a "new normal"

Steffen U. Pauls

Senckenberg Research Institute and Natural History Museum Frankfurt, Frankfurt a. M., Germany

Institute of Insect Biotechnology, Justus Liebig University Giessen, Giessen, Germany

Kerstin Höntsch

Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung, Frankfurt a. M., Germany*

With editorial contributions from Claudia Wilke

11.1 Networking in the age of the "new normal"

The COVID-19 pandemic ushered in a "new normal" that has transformed the way we live and work. One significant change has been the widespread adoption of virtual workshops and conferences. As we navigate this evolving landscape, it's essential to examine the opportunities these digital events present and how they are reshaping industries, businesses, and personal lives.

Since the onset of the pandemic, in-person gatherings have become less frequent. Initially, this was due to health concerns and travel restrictions. In the meantime, virtual events have emerged as a viable alternative to in-person meetings, offering numerous advantages in terms of accessibility, cost-effectiveness, and environmental sustainability (An et al. 2023). For example, Tao et al. (2021)

* *Recommended citation:*

Pauls, S. U. and K. Höntsch. 2024. Workshops in ColombiaCONNECT: The importance of face-to-face meetings in a "new normal". In: Equitable and sustainable use of bioresources in Colombia: From concept to practice, edited by K.-Z. Lee, A. M. Aguirre Cañas, D. Morales and C. Bernal-Mattos, pp. 263–268. Stuttgart: Fraunhofer Verlag. <https://doi.org/10.24406/publica-3322>.

11 The importance of face-to-face meetings in a "new normal"

show that switching from in-person conference to pure virtual mode substantially reduces the carbon footprint by 94%, a result in line with previous life cycle analyses of in-person and virtual conferences.

In the context of ColombiaCONNECT, a project focused on the sustainable development and use of bioresources, the potential to reduce the environmental impact networking activities in research projects, is of particular interest. Besides reducing carbon emissions, virtual events often also come with significantly lower costs compared to their in-person counterparts. Organizers save on venue rentals, catering, and travel expenses, making it easier to allocate resources to content, technology, and marketing. This cost-effectiveness extends to attendees who can access high-quality content without breaking the bank, democratizing knowledge access and networking opportunities.

Considering the global effort to reduce the impact of climate change, and the financial advantages of virtual meeting formats, it is likely that the number of in-person scientific meetings will likely decrease in the long-term. This presents a particular challenge for networking projects and science formats that depend on face-to-face interactions to build necessary trust among partners (Schroeder et al. 2014; Griffiths 2022). For larger conferences multi-hub events may present a means to mitigate environmental impact while maximizing face-to-face interactions (Tao et al. 2021). For smaller events, e.g. workshops, where multi-hub events are untractable, careful strategic planning of a mix of in-person and virtual events becomes paramount.

Of course, virtual events also bear their own environmental costs. To mitigate these, organizations can invest in renewable energy for data centers, promote energy efficiency, and prioritize responsible e-waste management. Thus, balancing the benefits of virtual conferences with their environmental impact is relatively easy, but also essential. Otherwise the benefits of virtual conferences no longer outweigh their limitations, of which there are many.

Face-to-face networking offers distinct advantages over virtual formats, by fostering deeper connections and enhancing professional relationships (Griffiths 2022). Some key benefits include:

- **Improved Personal Connection:** In-person interactions allow individuals to establish genuine personal connections. Body language, non-verbal cues, eye contact, and facial expressions enable better communication and understanding, facilitating rapport and trust-building (e.g. Schroeder et al. 2014).
- **Networking Serendipity:** Chance encounters at physical events can lead to valuable opportunities. The unplanned interactions that occur in real-world settings can result in unexpected collaborations, partnerships, or insights.
- **Beneficial Social Atmosphere:** Physical events often feature social elements like coffee breaks, lunches, or evening receptions. These casual settings provide opportunities for informal networking and relationship building.
- **Increased Memorability:** Face-to-face meetings are more memorable than virtual encounters, helping individuals and their messages stand out in the minds of others.



Figure 1: Participants of the in-person ColombiaCONNECT workshop at the Fraunhofer Institute of Bioresources discussing in small working groups.

- Improved Cultural Understanding: Understanding cultural nuances and customs is often easier in person, preventing misunderstandings and promoting respect in international networking.

While video conferencing offers convenience and efficiency, face-to-face networking remains essential for building strong, enduring professional relationships. Combining both approaches can provide a well-rounded networking strategy for projects that leverages the unique benefits of each.

11.2 Workshops in ColombiaCONNECT

The ColombiaCONNECT workshops were a central workpackage for networking during the development of the network. All three project workshops were strongly, but differently affected by the COVID crisis and ensuing restrictions on travel and social interactions.

The first workshop was organized through the Colombian-German Peace Institute CAPAZ and was necessarily held in an online format. It was thus medically safe, but enabled only limited interactions

11 The importance of face-to-face meetings in a "new normal"

for those participants who followed the presentations and panel discussions online. The second workshop was held as a hybrid workshop, the third as an in-person workshop with online participation possible.

During the second workshop at the Senckenberg Research Institute and Natural History Museum Frankfurt, Fraunhofer Institute for Bioresources and Justus-Liebig-University Giessen numerous COVID infections transpired, affecting both hosts and workshop participants. This greatly limited the efficiency of the workshop. The third workshop, organized primarily as an in-person event by the Instituto Humboldt, Colombia, was clearly the most important for networking, trust-building and fostering connections for long-term interactions. It is thus not surprising that many of the plans for long-term development of the network only became more concrete at the third workshop.

Thus, in the context of establishing a long-term network, we have to conclude that a mix of online and in person workshops would be an ideal compromise between sustainability and successful networking. It is our impression that once the project team is complete an in-person workshop early in the project phase is vital to build trust and engagement early on in the project. Follow-up workshops can then be conducted in hybrid or online formats to reduce the overall environmental impact of networking. But the initial early phase in-person meetings are paramount for building trust among participants and fostering personal connections, both of which are essential ingredients in establishing a longterm network.

An important, and tangible outcome of the workshops, and one that could only be reached by face-to-face interactions and the associated trust building, was defining "sustainability" in the context of Colombia and ColombiaCONNECT. The discussions leading up to this definition centered around the three dimensions of sustainability (ecology, economy and society), examining traditional and modern concepts of sustainability, and critically analyzing the Western view of sustainability as it has been associated with 'green imperialism' (Wilke and Morales 2024). The workshop participants initially felt a universal definition of sustainability for Colombia may be impossible, given the country's ethnic, biological and geographic diversity and concerns about green imperialism. However, for some stakeholders, including marginalized groups, and for some geographic areas, a clear definition could facilitate stewardship. Upon agreeing that the definition should be linguistically simple, be concise, give context, strike a balance between socio-economic and environmental aspects, be rooted in the worldviews and philosophies of Indigenous communities, recognize the rights of ecosystems and their intrinsic values, the ColombiaCONNECT workshop participants proposed the following working definition of sustainability in Colombia:

"Sustainability is the right of people and nature to live in balance" (Wilke and Morales 2024).

This central outcome of ColombiaCONNECT was facilitated through in-person discussion in both formal and informal settings. It thus highlights the need to continue using in-person formats to build trust among project and network partners.

11.3 Lessons learned

Another important outcome of the online, hybrid and in-person ColombiaCONNECT workshops are recommendations on developing strategic international networks and planning appropriate networking workshops. These include:

- Attract and retain key players and experts by developing a strategy for sustainable development of the network from the very beginning, including potential long-term funding. Clearly elaborate and present the benefits of the network for the respective parties involved. This also means that formulating clear short-term, mid-term and long-term goals and jointly developing a strategy to achieve the goals is essential.
- Personal contacts are essential in establishing and expanding the network and creating a foundation for future projects. It is thus important to make use of existing personal contacts in conceiving the network and use formats that allow new personal contacts to be developed during the project, especially during the early phases. If possible, schedule personal meetings at the beginning of the project as soon as all key network or project members are on board. This means a kick-off might not be most important meeting for in-person contacts as project staff and project coordinators may not yet be on board. In the interest of reducing long-distance travel, develop a clear strategy to mix in-person and virtual meetings.
- During face-to-face events, allow sufficient time to build trust among the stakeholders. Ensure partner mobility to strengthen international cooperation and mentoring of young scientists. The goal should be to create an equal partnership. This means that one ensures clear, personal and continuous communication within the network and an unhindered flow of information and data among all stakeholders.
- Interdisciplinarity requires a common understanding and exchange of knowledge, since technical terms may have different meanings in different disciplines. The same is true in multicultural networks. Consider the different disciplines, cultural differences and possible varying political agendas of the partners and countries involved. It is advisable to involve someone who knows "both worlds". A common understanding should be worked out together, preferably in person. The results should then lead to a simple and basic legal framework agreement for cooperation that is as lean and comprehensible as possible, so as not to generate legal hurdles.

Cross-national research collaborations need to be established and nurtured particularly conscientiously. Only if promising collaborations are pursued over the long term, and only if they are built up and expanded as sustainable networks, can collaborations/networks have lasting success in promoting positive action and finding solutions to global challenges. Networking is complex and requires time and resources. However, if it is successful, and synergies are created, work efficiency is increased and the foundation is laid for larger projects and interactions.

11.4 References

- An, N., C. Huang, Y. Shen, J. Wang, J. Yao and P. F. Yuan. 2023. Challenges of carbon emission reduction by the workshop education pattern. *Heliyon* 9: e13404. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13404>.
- Griffiths, L. 2022. The Battle of the Meetings: Virtual vs. In-Person – Which is Better? Retrieved from: <https://www.jdsupra.com/legalnews/the-battle-of-the-meetings-virtual-vs-1221700>.
- Schroeder, J., J. Risen, F. Gino and M. Norton. 2014. Handshaking Promotes Cooperative Dealmaking (May 29, 2014). SSRN. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2443551>.
- Tao, Y., D. Steckel, J. J. Klemeš and F. You. 2021. Trend towards virtual and hybrid conferences may be an effective climate change mitigation strategy. *Nature Communications* 12: 7324. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-27251-2>.
- Wilke, T. and D. Morales. 2024. Bridging the gap: Integrating modern and traditional concepts of sustainability in Colombia. In: Equitable and sustainable use of bioresources in Colombia: From concept to practice, edited by K.-Z. Lee, A. M. Aguirre Cañas, D. Morales and C. Bernal-Mattos, S. 152–172. Stuttgart: Fraunhofer Verlag. <https://doi.org/10.24406/publica-3304>.

En los paisajes exuberantes y megadiversos de Colombia, el uso sostenible de los recursos biológicos es clave para el futuro del país. Este exhaustivo libro explora cómo la rica biodiversidad de Colombia puede impulsar el crecimiento económico, la preservación del medio ambiente y el bienestar social, basándose en el proyecto ColombiaCONNECT (2020–2023), financiado por el Ministerio Federal de Educación e Investigación de Alemania. El libro brinda un estado del arte sobre la compleja interacción, propensa a conflictos, entre los recursos biológicos, la sostenibilidad y la biodiversidad única de ecosistemas, que van desde las selvas amazónica y las montañas andinas hasta los arrecifes de coral de las islas oceánicas, y explora posibles soluciones para este desafío. Esencial para ambientalistas, líderes empresariales y lectores curiosos, este libro ofrece ideas valiosas para promover el uso sostenible de los recursos biológicos en uno de los países con mayor biodiversidad del mundo.

In the lush, megadiverse landscapes of Colombia, the sustainable use of bioresources is key to the country's future. This comprehensive book explores how Colombia's rich biodiversity can drive economic growth, environmental conservation, and social well-being, based on the ColombiaCONNECT project (2020–2023), funded by the German Federal Ministry of Education and Research. The book offers a state-of-the-art analysis of Colombia's complex and conflict-prone interplay between bioresources, sustainability and biodiversity in unique ecosystems, ranging from the Amazon rainforests and the Andean mountains to the coral reefs of oceanic islands, highlighting possible solutions for a fair and sustainable use of bioresources. Essential for environmentalists, business leaders, and curious readers, this book offers valuable insights into advancing the sustainable use of bioresources in one of the world's most biodiverse countries.